

**NEWMAN VICENTE DA SILVA**

**O SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO E SUA  
APLICABILIDADE NA UNIDADE DE BOMBAS  
INJETORAS DIESEL ROTATIVAS EM CURITIBA - PR**

Monografia apresentada para obtenção do  
título de Especialista no Curso de Pós-  
Graduação em Administração Industrial do  
Departamento de Administração Geral e  
Aplicada da Universidade Federal do Paraná.

Orientadores: Prof. Dr. Acyr Seleme.  
Prof. Msc Rodrigo Souto.

**CURITIBA  
2004**

## **DEDICATÓRIA**

**Dedico este trabalho, a minha esposa  
Sandra e ao meu filho Arthur, por todo o  
apoio e compreensão nos muitos  
momentos longe do seu convívio.**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos professores Acyr Seleme e Rodrigo Souto, pelo acompanhamento e revisão do estudo, nesta área de sistemas de produção. Agradeço também à empresa Robert Bosch pela abertura e estímulo para o crescimento nestes últimos 12 anos, sendo sempre uma verdadeira escola de convivência e desenvolvimento profissional e humano.

*"A qualidade e a produtividade são temas centrais para a manufatura industrial. A chave para a maximização destes temas está na capacidade de julgamento e a criatividade dos empregados no seu local de trabalho. Nós da Toyota temos sistemas e equipamentos que encorajam os empregados a ter a iniciativa para identificar e implementar melhorias. O Sistema Toyota de Produção foi o desenvolvimento de um trabalho local. Isto é evidente e muitas plantas da Toyota no mundo e outras empresas tem implementado o sistema com sucesso. A chave é adaptar o sistema para as circunstâncias e valores locais".*

*(Traduzido do manual do colaborador da Toyota Motors Company)*



## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>07</b>
<b>1 APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>08</b>
<b>2 OBJETIVO .....</b>	<b>08</b>
<b>2.1 Objetivo Geral .....</b>	<b>08</b>
<b>3 JUSTIFICATIVA .....</b>	<b>09</b>
<b>4 RESTRIÇÕES ÀS PROPOSTAS .....</b>	<b>10</b>
<b>5 METODOLOGIA .....</b>	<b>10</b>
<b>6 REVISÃO TEÓRICA .....</b>	<b>11</b>
<b>6.1 Introdução .....</b>	<b>11</b>
<b>6.2 O Sistema Ford e o Sistema Toyota .....</b>	<b>13</b>
<b>6.3 O Sistema Toyota de Produção .....</b>	<b>16</b>
<b>6.4 O Just-in-Time .....</b>	<b>19</b>
<b>6.4.1 Filosofia de Operações do JIT .....</b>	<b>24</b>
<b>6.4.2 Necessidades do JIT .....</b>	<b>31</b>
<b>6.4.3 Técnicas JIT .....</b>	<b>34</b>
<b>6.4.4 Projeto para a Manufatura JIT .....</b>	<b>36</b>
<b>6.5 Fluxo de Produção .....</b>	<b>50</b>
<b>6.6 Mapeamento de Fluxo de Valor .....</b>	<b>50</b>
<b>6.7 Fornecimento JIT .....</b>	<b>55</b>
<b>6.8 A Força da Toyota .....</b>	<b>65</b>
<b>6.9 JIT e o MRP .....</b>	<b>67</b>
<b>7 O ENFOQUE ORGANIZAÇÃO X PROCESSOS .....</b>	<b>76</b>
<b>8 ARMADILHAS NA IMPLEMENTAÇÃO DA MANUFATURA ENXUTA .....</b>	<b>77</b>
<b>9 O STP e a TOC .....</b>	<b>80</b>
<b>10 A EMPRESA .....</b>	<b>84</b>
<b>10.1 A Análise da Situação .....</b>	<b>89</b>
<b>10.2 Propostas para a Empresa .....</b>	<b>94</b>
<b>11 CONCLUSÃO .....</b>	<b>96</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>100</b>



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Diferença entre os Sistemas Ford e Toyota .....	15
Figura 2: A estrutura da produção .....	17
Figura 3: Técnicas para melhoria da inspeção .....	30
Figura 4: Lógica do POKA YOKE .....	30
Figura 5: Os quatro estágios da TRF .....	44
Figura 6: Fluxograma para as 8 técnicas de Setup .....	46
Figura 7: A troca rápida de ferramentas (TRF): estágios conceituais e técnicas de operacionalização .....	47
Figura 8: Compreendendo a função manufatura .....	48
Figura 9: Composição Lead Time .....	55
Figura 10: Plano de produção do Sistema Toyota de Produção .....	57
Figura 11 e 12: Controle JIT e MRP .....	72
Figura 13: A complexidade como um determinante da adequação de sistemas de planejamento e controle .....	74
Figura 14: Volume e variedade e o nível de controle como determinante do sistema de controle e planejamento .....	75
Figura 15: Etapas do processo de pensamento da TOC .....	83
Figura 16: Modelo para flexibilização dos sistemas produtivos nas empresas brasileiras .....	99

## **1 APRESENTAÇÃO**

A pesquisa visa o aprofundamento sobre o Sistema Toyota de Produção, e teve como foco o embasamento dos grandes mestres sobre o tema para propor as correções que se fazem necessárias conforme a situação atual da implementação do BPS (Bosch Production System) na unidades de negócio de bombas injetoras rotativas. O sistema na empresa esta em implantação há um anos e meio seu desenvolvimento é lento.

Neste momento fica evidente o uso das ferramentas do STP como meio e não ainda como fim. Os colaboradores receberam pouco treinamento ainda não conseguem enxergar as perdas e conseqüentemente eliminá-las. Todos os esforços estão no caminho correto. Será importante realmente o conhecer o Sistema Toyota de Produção, que na visão de Shingo (1996a) é: 80% eliminação de perdas, 15% sistema de produção e 5% Kanban que hoje tem sido o principal foco da empresa e em específico da unidade de negócio. As pessoas terão de ter muita perseverança e criatividade diante da necessidade que surgirão no dia-a-dia.

## **2 OBJETIVO**

### **2.1 Objetivo Geral**

O presente estudo busca construir um entendimento conceitual aprofundando do Sistema Toyota de Produção bem como um breve referencial à Teoria das Restrições como suporte de melhorias.

O embasamento dará suporte para uma comparação com atual estágio de implementação do BPS (Bosch production System). O delineador deste estudo será enxergar as perdas.

Na visão de Shingo (1996a) o conhecimento vai além do "know-how" (saber como) para alcançar o "know-why" (saber por quê) e esta será a busca deste estudo.

A segunda etapa é não ser levado, conforme dizem alguns autores, para as "armadilhas da implementação da produção enxuta". Aqui o objetivo é praticar no

chão de fábrica e não ter apenas um programa, onde as técnicas sejam apenas meio e não o fim que é o resultado econômico.

Objetivos específicos:

- a) Comparar o sistema de produção em massa (FORD) com sistema enxuto (TOYOTA).
- b) Aprofundamento sobre o Just-in-Time.
- c) Recomendar se necessárias, as correções para o novo sistema de produção da empresa (BPS).

### 3 JUSTIFICATIVA

Na última década foram investidos na empresa 7 milhões de reais em sistemas ERP, para gerir o negócio e mesmo assim ainda hoje a empresa não está satisfeita com os benefícios alcançados. Após a implementação do Sistema Toyota de Produção em uma das divisões da matriz da Bosch na Alemanha, com muitos bons resultados a organização deseja que todas as divisões também implementem o Sistema de Produção que foi moldado para a cultura Bosch. A nossa divisão diesel, fábrica Curitiba tem como meta ser benchmark no BPS (Bosch Production System) para o grupo até 2005. Para atingir este objetivo um dos focos será a implementação do Just-in-Time, que na abordagem de (Tubino 1999), deve ter uma base de clientes estáveis que visem o ganho da cadeia produtiva. A estabilidade só foi alcançada no país nesta última década de economia controlada, fato este que sustentou as mudanças estruturais na indústria brasileira promovendo a inserção de alguns grupos na globalização.

A empresa está investindo no treinamento dos seus colaboradores para assimilação da cultura enxuta. As ferramentas utilizadas são: O Mapeamento de Fluxo de Valor, SETUP, 5 S, TPM, KANBAN, KAIZEN, POKA YOKE, LAYOUT, GESTÃO VISUAL, etc.

A área específica de trabalho será uma unidade de negócios da planta que fabrica 800 bombas rotativas / dia, possuindo área de usinagem, montagem e regulagem.

A pesquisa será mais um suporte para a real implementação do Sistema de Produção da Empresa na busca da excelência. Há muito a ser desenvolvido na organização sobre os temas: fluxo produtivo, nivelamento de produto x demanda, polivalência, células de fabricação e o kanban.

#### **4 RESTRIÇÕES ÀS PROPOSTAS**

A empresa sempre esteve aberta a sugestões e as melhorias serão sempre bem-vindas. Na realidade existem comitês gerenciais que valorizam ações que dêem efetividade ao BPS (Bosch Production System). Nesta área de estudo estamos praticando as ferramentas e o aprendizado é constante.

Devido ao autor desta monografia pertencer ao nível intermediário da empresa poderão ocorrer falhas de julgamento do processo, que na verdade poderão estar contemplado no planejamento estratégico da empresa. O setor de estudo dará lugar a novos produtos a partir de 2008. Principalmente por isto devemos praticar o STP com o menor investimento possível. Esta situação vai de encontro à afirmação de Ohno (1997), enfatizando que a filosofia foi desenvolvida nos períodos de baixo ou nenhum crescimento no Japão.

#### **5 METODOLOGIA**

O estudo se baseará no levantamento teórico do Sistema Toyota de Produção, tendo como referencial central os mestres japoneses Taiichi Ohno e Shigeo Shingo. Na empresa foram utilizados alguns levantamentos sobre ferramentas e estágio de implementação das diversas ferramentas na unidade de negócio em questão que estão detalhadas a partir do tópico 7 bem como nos anexos.

## 6 REVISÃO TEÓRICA

### 6. 1 Introdução

A capacidade criativa humana é impressionante, mas em relação aos sistemas produtivos nem todas as empresas devem destruir seus sistemas produtivos TUBINO (1999). Na sua avaliação, segundo dados do BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento) de 1990 a 1995 as margens de lucro dos setores mais competitivos como o automotivo, caíram de 30 a 50%. Este fato ficou mais evidente na venda de dois dos maiores ícones da indústria brasileira como a Metal Leve e Cofap na década de 90.

Com o objetivo do aumento da competitividade são importantes os indicadores de desempenho levantados por Moura em 1996 (apud Tubino, 1999).

Tabela 1 - Indicadores de desempenho da indústria fonte Moura 1996

Indicadores	Brasil	Média Mundial	Japão
Valor agregado	88 vezes	240 vezes	335 vezes
% investimentos em P&D	1,45%	3 a 5%	8 a 12%
Índice de rejeição	20.380 ppm	200 ppm	10 ppm
Retrabalho interno	3,7%	2%	0,001%
Setup de fábrica	100 min.	10 min.	5 min.
Tamanho médio dos lotes	2900 peças	20 a 50 peças	1 a 10 peças
Lead time médio	19 dias	2 a 4 dias	2 dias
Rotatividade dos estoques	13 vezes/ano	60 a 70 vezes/ano	150 a 200 vezes/ano

Alguns fatos importantes que contribuíram para o declínio da indústria nacional. São eles: a) **deficiência nas medidas de desempenho** b) **negligência com tecnologia** c) **especialização na produção sem integração** d) **perda de foco dos negócios** e) **a demora em assumir novas posturas produtivas** TUBINO (1999).

Nesse contexto as fábricas até os anos 80, pensavam em serem centralizadas, onde os administradores pensavam estar reduzindo seus custos fixos. Os problemas gerados do outro lado deste gigantismo eram: excessivos níveis hierárquicos com baixo entrosamento; dificuldade em exercer planejamento sendo

necessários softwares caros; gerenciamento á distancia. Segundo Tubino (1999) infelizmente os sistemas ERP (última geração dos sistemas informatizados) não resolvem os problemas estruturais dos sistemas de produção, como a baixa confiabilidade dos padrões de trabalho, lead times excessivos, grandes lotes de fabricação, quebra de máquinas e atrasos de fornecedores. O autor destaca que no sistema JIT o objetivo é aumentar a competitividade da cadeia produtiva com parcerias estratégicas, fato este que não acontece nas cadeias produtivas convencionais onde há um relacionamento de concorrência entre produtor e fornecedor.

Surge então produção focalizada para reverter esse crescimento excessivo, fazendo com que cada produto seja tratado como um negócio específico. Nos dias de hoje vemos surgimento de pequenas fábricas focalizadas para determinadas montadoras, mas uma onda de fusões de empresas buscando novamente a economia de escala.

As fábricas focalizadas possuem as seguintes vantagens:

- Domínio do processo produtivo
- Gerência junto à produção com enxugamento dos níveis hierárquicos
- Staff reduzido acelerando as soluções de problemas
- Estímulo a polivalência
- Uso limitado de recursos.

Na visão de Antunes (2003) as mudanças aconteceram devido à evolução das normas de concorrência de mercado, que evoluíram da seguinte forma:

- Visão convencional – produção em massa, mínima preocupação com qualidade e custos.
- Visão Sistema Toyota – preço é definido pelo mercado e devemos minimizar os custos para maximizar o lucro
- Visão ATUAL – preço é fixado pelo mercado, lucro fixado pelo mercado e o custo passa a ser alvo.



Todo este movimento vem desde a crise do petróleo de 1973 onde os americanos mudam a base do poder de Detroit, da indústria automobilística, para o Texas base da indústria do petróleo (ANTUNES, 2003).

Diante deste contexto mundial na empresa brasileira de forma geral existe muito espaço para ganhos reais de Produtividade e Qualidade, via os modelos clássicos desenvolvidos a partir de uma lógica de melhorias nos processos tais como: STP, TOC e outros. Teorias, Princípios e modelos que facilitam o **aprendizado sistêmico** da organização (ANTUNES, 1998).

É preciso lembrar que no Brasil de hoje o custo relativo do fator trabalho ainda é baixo relativamente ao custo dos equipamentos (ANTUNES, 1998).

## 6.2 O Sistema Ford e o Sistema Toyota

Na referência histórica Henry Ford sem dúvida criou o sistema de produção automotivo. O Sistema Ford hoje simboliza a produção em massa baseado no fluxo do trabalho (OHNO, 1997).

Para a comparação entre os sistemas Ohno (1997) cita o livro de Charles E. Sorensen que foi o primeiro presidente da FORD. Em seu livro ele descreve a cena da criação da linha de montagem. Eles achavam a montagem um processo simples, e o mais trabalhoso era transportar as grandes peças até o local da montagem. Nasceu então a idéia de começar a montar as peças no chassi e acrescentar eixos e rodas, na próxima etapa tiveram a idéia de passar este conjunto pelo estoque não sendo mais necessário o processo inverso. Os eventos descritos por Sorensen ocorrem em 1910 e até hoje são o padrão para a indústria automobilística.

Assim como o Sistema de FORD, O SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO, esta baseado no **FLUXO DE TRABALHO**, a diferença esta no fato de que enquanto Sorensen preocupou-se com o armazenamento das peças a Toyota eliminou o depósito.

Para Ohno (1997) o slogan de produção da TOYOTA é "produção em pequenos lotes e troca rápida de ferramentas". A empresa trabalha com a premissa de eliminar totalmente a superprodução gerada pelo inventário e custos relacionados a operários, propriedade e instalações necessárias a gestão deste inventário.

A eliminação total de perdas é a base do Sistema Toyota de Produção. Conseqüentemente a sincronização da produção é praticada com rigidez e a flutuação é nivelada ou suavizada.

Em resumo o Sistema FORD tem fixa a idéia de produzir de uma só vez uma boa quantidade do mesmo item. O Sistema Toyota sincroniza a produção de cada unidade.

Dentro desta visão a troca rápida de ferramentas é um requisito absoluto para o Sistema Toyota de Produção.

O criador do STP cita que dentre os dois Sistemas de Produção, Ford ou Toyota não pode definir qual o melhor, pois, ambos estão em constante aperfeiçoamento, ele acredita que sistema Toyota seja mais adequado para os períodos de baixo crescimento (ANTUNES, 1998).

É interessante destacar que OHNO reverencia FORD deixando claro que estudou muito o sistema de produção em massa desenvolvido pelo americano, e cita em seu livro (1997) que, se Ford fosse vivo estaria orientando-se para a direção da Toyota.

A produção em massa predominou até meados da década de 60, quando surgiram as novas técnicas que vieram a se caracterizar como *produção enxuta* (MARTINS, 1999). A produção enxuta introduziu os seguintes conceitos:

- Just-in-time
- Engenharia simultânea
- Tecnologia de grupo
- Consorcio modular
- Células de produção
- Desdobramento da função qualidade
- Sistemas flexíveis de manufatura
- Manufatura integrada por computador
- Benchmarking

Estes conceitos caminham para a produção customizada sendo um quase retorno ao artesanato, que passa a ser substituído por moderníssimas fábricas (MARTINS, 1999). As empresas de ponta querem se inserir na condição de empresa de classe mundial sem perder a característica de empresa enxuta, com indicadores de qualidade que a colocam no topo entre seus concorrentes.

Na busca dos sistemas enxutos é interessante conhecer como a Toyota divulga a sua filosofia aos seus colaboradores. E aqui segue a tradução do manual da Toyota Motors Corporation que fala assim:

O STP é o resultado de um profundo estudo dos sistemas de produção que retomou as idéias de Taylor e dos Gilbreth's sobre tempos e movimentos e os conceitos de FORD. Ele mostra que existe muita confusão entre JIT, KANBAN e STP (DIAS, 2003).

É fundamental que se entenda que o JIT é somente um meio de alcançar o verdadeiro objetivo do STP que é aumentar os lucros através da redução dos custos e que para isto é essencial à completa eliminação de perdas.

Na comparação entre o Sistema Ford e o STP, Shingo (1996a) utiliza as seguintes características, conforme figura 1.

Característica	Ford	Toyota	Benefício
1. Fluxo de peças unitárias	Somente na montagem	Interligação do processo e montagem	Ciclos curtos, inventário de produtos acabados reduzidos, estoque intermediário pequeno
2. Tamanho do lote	Grande	Pequeno	Redução do estoque intermediário, produção contrapedido
3. Fluxo do produto	Produto único (poucos modelos)	Fluxo misto (muitos modelos)	Redução do estoque intermediário, ajustes para mudanças, promove equilíbrio da carga

Figura 1: Diferenças entre os Sistemas Ford e Toyota (Shingo, 1996a pág 128).

Característica	Ford	Toyota	Benefício
1. Fluxo de peças unitárias	Somente na montagem	Interligação do processo e montagem	Ciclos curtos, inventário de produtos acabados reduzidos, estoque intermediário pequeno
2. Tamanho do lote	Grande	Pequeno	Redução do estoque intermediário, produção contrapedido
3. Fluxo do produto	Produto único (poucos modelos)	Fluxo misto (muitos modelos)	Redução do estoque intermediário, ajustes para mudanças, promove equilíbrio da carga

Figura 1: Diferenças entre os Sistemas Ford e Toyota (Shingo, 1996a pág 128).

### 6.3 O Sistema Toyota de Produção

Na avaliação de Shingo (1996a) tanto nos os E. U. A e na Europa o interesse se concentra na tecnologia de manufatura e pouco é conhecido sobre tecnologia de produção. Aqui o autor enfatiza que se pensava em três fatores: *custos mais baixos de matéria-prima; custos mais baixos de mão-de-obra; custos indiretos mais baixos*. Um fator extremamente importante para gerar lucro foi deixado de lado que é a maior taxa de giro de capital. A sua experiência diz que a redução de estoques reduz os custos de mão-de-obra em 40% (SHINGO 1996a).

O consultor Shigeo Shingo que trabalhou desde a década de 40 junto a Associação Japonesa de gerenciamento, critica fortemente os ocidentais que fizeram uma análise superficial do STP com títulos como: O Segredo do STP ou do Kanban na sua análise estes livros foram escritos por jornalistas ou economistas cuja abordagem não é técnica. Segundo Shingo (1996a) o importante para implementar um novo sistema você deve ter não só o **Know-How**, mas o **Know-Why**. Ele acrescenta que 90% do desempenho gerencial da Toyota vem do STP e apenas 10% do método Kanban.

- Esperas dos lotes

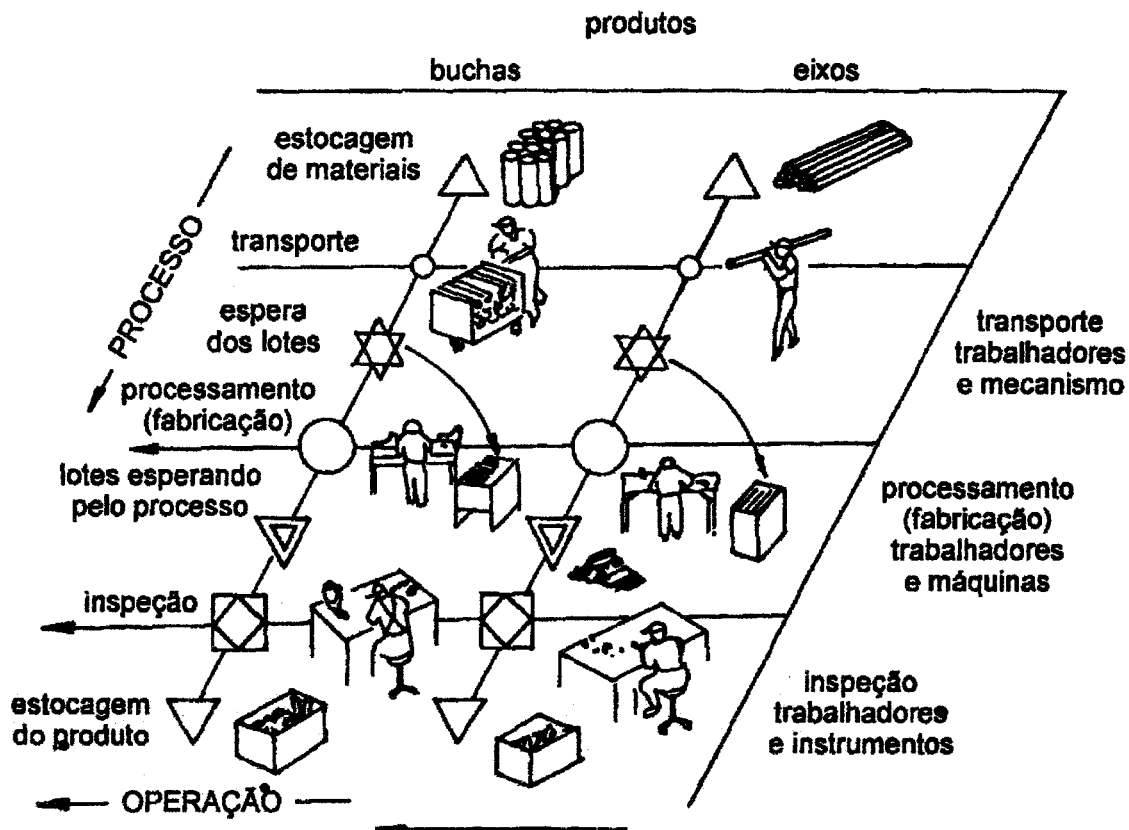


Figura 2: A estrutura da produção (Shingo, 1996a pág 38).

Nas empresas a redução do estoques não pode se tornar um fim, pois a sua redução radical pode trazer grandes problemas. A invés disso as causas devem ser atacadas. Para que se atinja o ideal da produção com estoque zero as estratégias devem ser as seguintes: **Reduzir drasticamente os ciclos de produção; Eliminar quebras e defeitos detectando suas causas. Reduzir tempos de setup abaixo de 10 minutos.**

Segundo Shingo (1996a) o STP é 80 % redução de perdas, 15% sistema de produção e 5% Kanban. Shingo fala que existe muito equivoco sobre o entendimento do sistema e que muitas pessoas adotaram as regras de kanban como regras para o STP. O sistema japonês exige algumas condições:

- **Separação do trabalhador da Máquina**, em 6 estágios que vai do trabalho totalmente manual até a automação completa que envolve processamento, detecção e correção de problemas de forma automática.
- **Baixas Taxas de utilização de máquina**, a Toyota tem taxa de produção das máquinas 2 a 3 vezes maior que de empresas similares, mas possui bem mais máquinas que as demais empresas. Estima-se que a ocupação da Toyota seja de 40%.
- **Operação multimáquinas e baixas taxas de operação das máquinas**, baixas taxas são reflexo da separação trabalhador máquina onde máquinas podem parar. As operações multimáquinas trouxe uma produtividade de 20 a 30% maior que outras empresas
- **Planejamento de Equipamento e baixas taxas de operação**. Aqui utilizar equipamentos mais baratos e menor capacidade.

**Segundo Shingo (1996a) o STP é a antítese da produção em grandes lotes e não da produção em massa.**

- Para atender a produção contra pedido; a STP usa dos recursos.

-Há intervalo de 4 horas entre 2 turnos para satisfazer uma alta de demanda de até 50%.

-Excesso de capacidade e trabalhadores temporários pode-se dobrar a capacidade.

- **Intensa pesquisa de Mercado** – 2 vezes por anos a Toyota pesquisa cerca de 60. 000 pessoas, para detectar tendências de mercado a um custo de 120 milhões de ienes e mais 5 ou 6 pesquisas são feitas totalizando investimento de cerca de 700 milhões de ienes para o setor de marketing (dados de 1989). Outro recurso é acompanhar diariamente, quantos carros são registrados por modelo no departamento de veículos automotores japones.

Os japoneses construíram a sua Administração e Engenharia de Produção no pós-guerra a partir de um estudo intensivo dos principais autores americanos. Mais especificamente, Shingo estudou as obras de Taylor, Ford, Gilbreth's e Maslow, Taiichi Ohno a obra de Henry Ford, os grupos ligados à qualidade liderados por

Ishikawa, as obras de Deming, Juran e Feingenbaum. Porém, os estudos dos japoneses tiveram duas características muito importantes (ANTUNES 1998). Em primeiro lugar foi feito um estudo crítico a partir do qual foram criadas alternativas originalmente japonesas.

Slack (1999) lembra que os altos investimentos em Tecnologia da Informação, e nós poderíamos acrescentar em Automação, feitos pelas Empresas ocidentais nos anos 80 tiveram um resultado econômico bastante fraco. A principal razão deste fato foi que essas Empresas utilizaram Tecnologias avançadas para automatizar processos antigos e ultrapassadas, utilizando os computadores apenas para acelerar estes processos.

Segundo Antunes (1998), quando do processo histórico de construção do STP o custo-horário do fator trabalho era, em média na indústria automobilística japonesa, 3 a 5 vezes maior do que o custo-horário das máquinas (Shingo, 1996a). Portanto, tornou-se necessário aos precursores do modelo traduzir a linguagem econômica da relação entre os fatores de produção em uma linguagem tecnológica compatível com a realidade industrial japonesa.

O Princípio da completa eliminação das Perdas foi à tradução feita por Ohno de um desafio lançado por Kiichiro Toyoda ao final da segunda guerra mundial (1945): 'Precisamos alcançar a América em 3 anos. Caso contrário à indústria automobilística do Japão "não sobreviverá", (GHINATTO 1996, apud ANTUNES, 1998).

#### **6.4 O Just-in-Time**

Shingo (1996a) explica de forma interessante o significado de Just-in-time (ou in time a tempo), que no japonês significa no momento certo, a correta tradução para o inglês deveria ser Just-on-time, ou seja, em tempo no momento estabelecido. (quantidade necessária, no momento necessário).

Segundo Slack (1999), em seu aspecto mais básico, pode se tomar o conceito literal JIT -significa produzir bens e serviços exatamente no momento em que são necessários não antes para que não se transformem em estoque, e não

depois para que seus clientes não tenham que esperar. Além deste elemento temporal do JIT podemos adicionar as necessidades de qualidade e eficiência. Uma possível definição de JIT pode ser a seguinte:

O JIT visa atender à demanda instantaneamente, com qualidade perfeita e sem perdas.

Sendo um pouco mais abrangente (SLACK, 1999) O JIT seria:

O Just-in-time é uma abordagem disciplinada, que visa aprimorar a produtividade global e eliminar os perdas. Ele possibilita a produção eficaz em termos de custo, assim como o fornecimento apenas da quantidade necessária de componentes, na qualidade correta, no momento e local corretos, utilizando o mínimo de instalações, equipamentos, materiais e recursos humanos. **O JIT é dependente do balanço entre a flexibilidade do fornecedor e a flexibilidade do usuário.** Ele é alcançado através da aplicação de elementos que requerem um envolvimento total dos funcionários e trabalho em equipe. Uma **filosofia-chave do JIT é a simplificação.** Note-se, entretanto, que a primeira definição apresenta os objetivos do Just-in-Time, isto é, a adoção da abordagem JIT na gestão da produção não implica que estes objetivos serão atingidos imediatamente. Ao invés disso, ela descreve uma situação cujo atingimento a abordagem Just-in-Time ajuda a conseguir. Contudo, nenhuma definição de JIT engloba todas suas implicações para a gestão de operações. É por isso que existem tantas frases e termos para descrever a abordagem JIT, por exemplo: Manufatura de fluxo contínuo; manufatura de alto valor agregado; produção sem estoque; produção com pouco estoque; manufatura veloz; manufatura enxuta; processo induzido de resolução de problemas; manufatura de tempo de ciclo reduzido.

A abordagem tradicional busca a eficiência protegendo cada parte da produção de possíveis distúrbios. Longas corridas ininterruptas de produção constituem o estado ideal. A abordagem Just-in-Time tem uma visão oposta. A exposição do sistema aos problemas (embora não tão rápida como no nosso exemplo simplificado), pode tanto torná-los mais evidentes, como mudar a "estrutura motivacional" de todo o sistema, em direção à solução dos problemas. O Just-in-



Time vê os estoques como um "manto negro" que recai sobre o sistema de produção, evitando que os problemas sejam descobertos (SLACK, 1999).

Segundo Antunes (1998) a **difículdade de implementação do JIT** advinda do fato da necessidade de **profundas mudanças culturais** no ambiente de manufatura das Empresas. Assim, se as Empresas não tiverem a necessária visão de longo prazo - o que permitiria a implantação dos programas de redução dos tempos de preparação, das melhorias no controle de qualidade, as melhorias na manutenção das máquinas, nos programas de educação e treinamento - a falha na implantação do JIT estaria garantida.

O JIT exigiria **um grande tempo para a implantação**, requerendo para isso uma força de trabalho mais sofisticada e melhor treinada do que as Empresas encontram na realidade (ANTUNES 1998). Sendo assim, "uma estratégia de produção em pequenos lotes exige que se estabeleçam programas junto aos fornecedores, programas de redução dos tempos de preparação e que os programas de qualidade sejam implantados com sucesso para prevenir drásticas flutuações na saída do sistema".

#### a) Necessidades para o JIT

Está abordagem JIT coloca novas demandas importantes para a função de manufatura. Na verdade, o JIT requer idealmente alto desempenho em todos os objetivos de desempenho da produção.

- A qualidade deve ser alta porque distúrbios na produção devidos a erros de qualidade irão reduzir o fluxo de materiais, reduzir a confiabilidade interna de fornecimentos, além de gerar o aparecimento de estoques, caso os erros reduzam a taxa de produção em algum ponto da operação.
- A velocidade, em termos de rápido fluxo de materiais, é essencial caso se pretenda atender à demanda dos clientes diretamente com a produção, ao invés de através dos estoques.

- A confiabilidade é um pré-requisito para um fluxo rápido ou olhando por outro lado, **é muito difícil atingir fluxo rápido se o fornecimento de componentes ou os equipamentos não são confiáveis.**
- A flexibilidade é especialmente importante para que se consiga produzir em lotes pequenos, atingindo-se fluxo rápido e lead times curtos.

#### b) O JIT e a Utilização da Capacidade

Mesmo num ambiente avançado de Just-in-Time, o atingimento de altos padrões em todos os objetivos de desempenho da produção requer alguns sacrifícios. Na citação de Slack (1999) no **Just-in-Time o principal aspecto sacrificado é a utilização da capacidade.** Quando ocorrem interrupções de produção no sistema tradicional, os estoques permitem que cada estágio continue trabalhando, atingindo, portanto, alta utilização de capacidade. Esta alta utilização não necessariamente faz com que o sistema como um todo produza mais componentes. Normalmente, a produção extra vai para os grandes estoques isoladores. No sistema JIT, qualquer interrupção irá afetar o resto do sistema, causando interrupções ao longo de toda a produção. Isto necessariamente levará à **baixa utilização da capacidade**, ao menos no curto prazo. Contudo, os defensores do JIT argumentam que não há vantagem em produzir componentes só para mantê-los em estoque. A menos que esta produção seja útil e possibilite à empresa como um todo produzir produtos vendáveis, não há razão para produzi-la. A **Figura 8** ilustra as duas abordagens na utilização da capacidade.

Segundo Tubino na visão JIT é mais importante ajustar a capacidade dos recursos humanos à demanda do que manter alta taxa de utilização das máquina. Aqui fica destacado que a **alternativa de trabalhar com capacidade de máquina excedente do JIT** parte da consideração de que os equipamentos serão depreciados por toda a vida e não no período contábil.

Neste contexto é fundamental o homem para manter o equilíbrio entre os estoques e o balanceamento dos processos.

#### c) JIT - Uma filosofia e um Conjunto de Técnicas Japonesas.

Para entender o JIT, deve-se analisá-lo em dois níveis. No aspecto mais geral, o JIT é normalmente chamado de uma filosofia de manufatura: isto é, o JIT dá uma visão clara, a qual pode ser utilizada para guiar as ações dos gerentes de produção na execução de diferentes atividades em diferentes contextos. Ao mesmo tempo, o JIT é uma coleção de várias ferramentas e técnicas, as quais fornecem as condições operacionais para suportar esta filosofia. Muitas dessas ferramentas e técnicas são bem conhecidas.

O JIT é uma expressão ocidental para uma filosofia e uma série de técnicas desenvolvidas pelos japoneses. A filosofia está fundamentada em fazer bem as coisas simples, em fazê-las cada vez melhor e em eliminar todos os perdas em cada passo do processo. O líder do desenvolvimento do JIT no Japão foi a Toyota Motor Company. A estratégia da Toyota no Japão tem sido aproximar progressivamente a manufatura de seus clientes e fornecedores. Isso foi feito através do desenvolvimento de um conjunto de práticas que formaram o que atualmente chamamos de JIT. De fato, pode-se argumentar que as origens do JIT estão na reação da Toyota ao "choque do petróleo", o qual aumentou os preços do produto no início dos anos 70. A resultante necessidade de aprimoramento da eficiência da manufatura forçou a Toyota a acelerar o desenvolvimento dos então embrionários conceitos do JIT. Os desenvolvimentos da Toyota e de outras empresas japonesas foram sem dúvida incentivados pela cultura e pelas circunstâncias econômicas nacionais. A atitude do Japão em relação ao perda (Dê importância a cada grão de arroz), juntamente com sua posição de país superpovoado e com, escassez de recursos, formaram condições ideais para o desenvolvimento de uma filosofia de manufatura que enfatiza pouco perda e alto valor agregado. Uma explicação alternativa para as origens do JIT analisa a indústria naval japonesa. No final dos anos 50 e início dos anos 60, o excesso de capacidade dos produtores de aço japoneses possibilitava aos estaleiros solicitar entregas de aço apenas no momento em que eram necessárias. Em virtude disso, os estaleiros reduziram seus estoques de aço, de aproximadamente um mês para três dias. Como as vantagens da redução dos estoques tornaram-se bastante visíveis, a idéia espalhou-se para outros setores da indústria japonesa.

Para Tubino (1999) as filosofias do JIT e TQC empregadas no STP devem buscar os seguintes objetivos conforme abaixo:

- Satisfazer as necessidades do cliente: Produzir pequenos lotes, ser flexível, reduzir estoques, projetar em conjunto.
- Eliminar perdas:
- Melhorar continuamente: nenhum dia deve passar sem que a empresa melhore seu posicionamento competitivo.
- Envolver totalmente as pessoas: trabalho de times com aporte financeiro para tal:

#### d) Teoria da Alta Dependência

Slack (1999) explica que para a abordagem Just-in-Time na gestão da produção é chamada de teoria da alta dependência. Com altos estoques isolando cada estágio do processo produtivo, a dependência de cada etapa em relação às demais era baixa. Retire os estoques e sua dependência mútua aumenta. Este não é o único exemplo de alta dependência no JIT (e na prática japonesa em geral). A prática JIT de dar autonomia aos funcionários de "chão de fábrica", torna a empresa dependente de suas ações. O uso do conceito de cliente interno formaliza a dependência entre todas as partes da operação. O uso da Manutenção Produtiva Total (TPM - Total Productive Maintenance), assim como as políticas de desenvolvimento de fornecedores do JIT, são também exemplos de dependência.

#### 6. 4. 1 Filosofia de Operações do JIT

Três razões-chaves têm sido apontadas as quais, na verdade, definem o coração da filosofia JIT. São elas: a eliminação das perdas, o envolvimento dos funcionários na produção e o esforço de aprimoramento contínuo. Segue um detalhamento sobre estes temas.

### a) Eliminar Perdas

O perda pode ser definido como qualquer atividade que não agrega valor. No exemplo de Slack (1999), por exemplo, quando a Cummins Engineering, um fabricante de motores do Reino Unido, iniciou seu trabalho com JIT, ela realizou um estudo para determinar quanto tempo levava para que determinada quantidade de produtos fossem fabricados. O estudo utilizou a simbologia simples dos fluxogramas para classificar cada atividade realizada nos motores durante o processo de manufatura. Apenas a operação é agregador de valor, o restante representa algum tipo de perda ou similar. O estudo da Cummins mostrou que, na melhor das hipóteses, o motor estava sendo trabalhado em apenas 15% do tempo em que se encontrava na fábrica. Na pior situação, este índice caía para 9%, o que significava que durante 91% de todo tempo, a produção estava agregando custo ao motor e não agregando valor. Embora já um produtor relativamente eficiente para os níveis ocidentais, os resultados alertaram a Cummins para o grande perda que ainda havia em suas operações e para o fato de que nenhuma medida de desempenho em uso havia exposto tal fato. A Cummins reformulou seus objetivos para visar à redução das atividades não agregadoras de valor.

A Toyota identificou sete tipos de perdas, os quais acredita-se serem aplicáveis em vários tipos de operações diferentes - tanto de serviço como de manufatura.

#### 1) Eliminar a Superprodução

Produzir mais do que é imediatamente necessário para o próximo processo na produção é a maior das fontes de perda, de acordo com a Toyota. Esta fonte de perda é coerente com a nossa definição inicial de JIT, na qual utilizamos a expressão "produzir no momento necessário", isto é, no momento em que o cliente requer o produto. As perdas pela super produção podem ser: quantitativa –fazer mais que o necessário ou antecipada – fazer antes que seja necessário.

#### 2 e 3) Tempo de Espera e Estoque

A maioria das empresas está consciente de que o tempo de espera constitui uma fonte de perda. Eficiência de máquina e eficiência de mão-de-obra são duas medidas comuns e são largamente utilizadas para avaliar os tempos de espera de máquinas e mão-de-obra, respectivamente. Menos óbvio é o montante de tempo de espera que ocorre quando os operadores estão ocupados produzindo estoque em processo, que não é necessário naquele momento.

Para a melhoria quanto à espera em processo faz-se necessária a avaliação da origem do estoque. O estoque excessivo é criado por: *esperas de processo* quantitativa, que resultam de taxas defeito superestimadas provocando excesso. A outra é a *espera pelo sequenciamento* da produção quando a mesma é antecipada à programação. Shingo (1996a) mostra também os tipos de estoque:

- Tipo E, que são influenciados pela engenharia de produção e estão relacionados com desbalanceamento entre processos.
- Tipo C que são gerados pelo controle de produção para amortecimento nas áreas evitando o paradas por quebra.
- Tipo S que vem de "Segurança" permitindo que os gerentes fiquem seguros.

Dentro da filosofia JIT, todo estoque se torna um alvo para a eliminação. Segundo o JIT, pode-se distinguir uma companhia excelente de uma medíocre através do montante do estoque que ela carrega. Entretanto, somente podem-se reduzir os estoques através da eliminação de suas causas. Para a eliminação destes tipos de estoque os mesmos devem ser tratados da seguinte forma. Para a eliminação da estocagem tipo E, os dois fatores que o afetam sendo o balanceamento das quantidades e sincronização devem ser trabalhados. Aqui a Toyota só produz contra pedido e limita o processo aos equipamentos de menor capacidade. A Toyota diminui a velocidade de processamento dos equipamentos mais rápidos ou produtos via operação intermitente. Os métodos auxiliares para balanceamento de fluxo deveriam ser operação de desvio de fluxo ou fluxo misto. A capacidade de processo deve servir as necessidades de processo e não determiná-los. A sincronização é outra maneira de eliminar o estoque que também faz a função de balanceamento.

A conclusão de Shingo (1996a) é que a **eliminação de estoque não resolve os problemas básicos** o que devem ser eliminados em primeiro lugar são as **causas de instabilidade**. Na medida que um fluxo irregular de produção, defeitos, quebras de máquina, tempo excessivo de preparação são corrigidos os estoques vão sendo reduzidos. A Toyota começou com a **melhoria nas ineficiências do processamento, inspeção e transporte** após isto atacaram a **estocagem de produtos intermediários e acabados**.

#### 4) Eliminar Transporte

Embora o transporte claramente não agregue valor ao produto, as empresas normalmente aceitam esta atividade em seu processo como um "dado". A movimentação de materiais dentro da fábrica, assim como a dupla ou tripla movimentação do estoque em processo entre vários pontos de estocagem pode tornar-se parte da prática padrão. Mudanças no arranjo físico que aproximam os estágios do processo, aprimoramento nos métodos de transporte e na organização no local de trabalho são fatores importantes na redução das perdas.

Segundo Tubino (1999), dentro do JIT o transporte é um dos primeiros itens que não agregam valor e deve-se de todas as formas eliminá-lo. Isto é possível com os layout's celulares e quando não aplicável utilizar calhas por gravidade ou esteiras. Aqui algumas empresas investem em veículos autoguiáveis para transportar entre mercados, mas logicamente a forma mais barata é o transporte manual feito por operadores encarregados.

Na **melhoria no transporte** o que maioria das pessoas pensa é melhorar o transporte com a mecanização, mas o melhor resultado é, quando possível eliminar o transporte com os layout's celulares. Na avaliação do autor dentro dos processos o custo de mão-de-obra estaria distribuído da seguinte forma: 45% processamento, 5% inspeção, 5% espera e os outros 45% em transporte (SHINGO 1996 a).

## 5) Eliminar Perdas do Processo

No próprio processo, pode haver fontes de perda. Algumas operações existem apenas em função do projeto ruim de componentes ou manutenção ruim, podendo, portanto ser eliminadas. Alguns processos realmente representam perdas. Numa determinada fábrica, os operadores tinham que dobrar os retalhos de uma guilhotina para que pudessem caber num pallet para transporte. O pallet foi reprojeto de modo a poder acomodar longas tiras de metal, eliminando, por consequência, a necessidade daquela operação. Aqui segundo Tubino deve-se observar as operações que realmente agregam valor ao produto e quando possível excluir as demais, para isto atualmente utiliza-se o conceito de Engenharia Simultânea e Análise de valor.

**As melhorias em processo** podem ser conseguidas de duas formas: Engenharia de valor, através da mudança no produto e Análise de valor, que consiste em melhorar o processo de fabricação do ponto de vista da tecnologia ou método utilizado. Shingo (1996a) deixa claro que os métodos atuais devem ser questionados.

## 6) Perda de Movimentação

Um operador pode parecer ocupado porque ele está procurando uma caixa de componentes desaparecida ou indo até o escritório do supervisor para receber outra ordem de produção. O valor agregado dessas atividades é nulo. A simplificação do trabalho através do aprimoramento de moldes e dispositivos é uma rica fonte de redução de perda de movimentação.

## 7) Perda por Produtos Defeituosos

O perda de qualidade é normalmente bastante significativo nas empresas, mesmo que as medidas reais de qualidade sejam limitadas. Os indicadores de refugo mostram os custos de material e talvez parte do custo da mão-de-obra envolvidos na produção com qualidade ruim. Distúrbios no sistema de controle de produção, ações no apressamento de ordens, assim como a falha em fornecer como



o prometido, são, entretanto menos visíveis. Os custos totais da qualidade são muito maiores do que os que tradicionalmente têm sido considerados, sendo, portanto mais importante atacar as causas de tais custos.

A melhoria nos tempos de inspeção. Neste tema segundo Tubino (1999) nos sistemas convencionais existem dois problemas que são: as inspeções por amostragem um certo nível de defeito são aceitos e o outro é que atuação se restringe aos efeitos e não às causas do defeito. O que é utilizado atualmente é o controle estatístico de processo (CEP) que acompanha as médias e variabilidades do processo, mas existe demora para tomada de ações sobre processos defeituosos. O JIT defende aqui as ferramentas da TQC como: Diagrama de Ishikawa, classificação ABC, Ciclo PDCA, Poka yoke entre outras.

Na **melhoria de inspeção**, é citada a inspeção informativa no posto, e a inspeção sucessiva no posto seguinte antes de fazer a operação. Outra melhoria na inspeção é o uso de POKA YOKE's (métodos a prova de falhas). O método é estruturado conforme o fluxo da figura 3.

#### Método Poka Yoke

Este método possui funções de regulação que se dividem:

- Método de controle – quando o Poka yoke é ativado a máquina para e o processo pode ser corrigido. Este é recomendado para defeitos mais frequentes.
- Método de advertência – um alarme soa avisando o operador, mas continua produzindo este é recomendado para defeitos de menor frequência.

Já as funções determinantes dos POKA YOKE se dividem em:

- Método de contato – que se baseia na existência de contato ou não com o produto podendo ser por diferença de cor.
- Método do conjunto – que determina se um dado número de atividades foi realizada
- Método de etapas – no qual determina se uma sequência foi seguida.

Aqui a inspeção é o objetivo e o Poka yoke um método para tal.

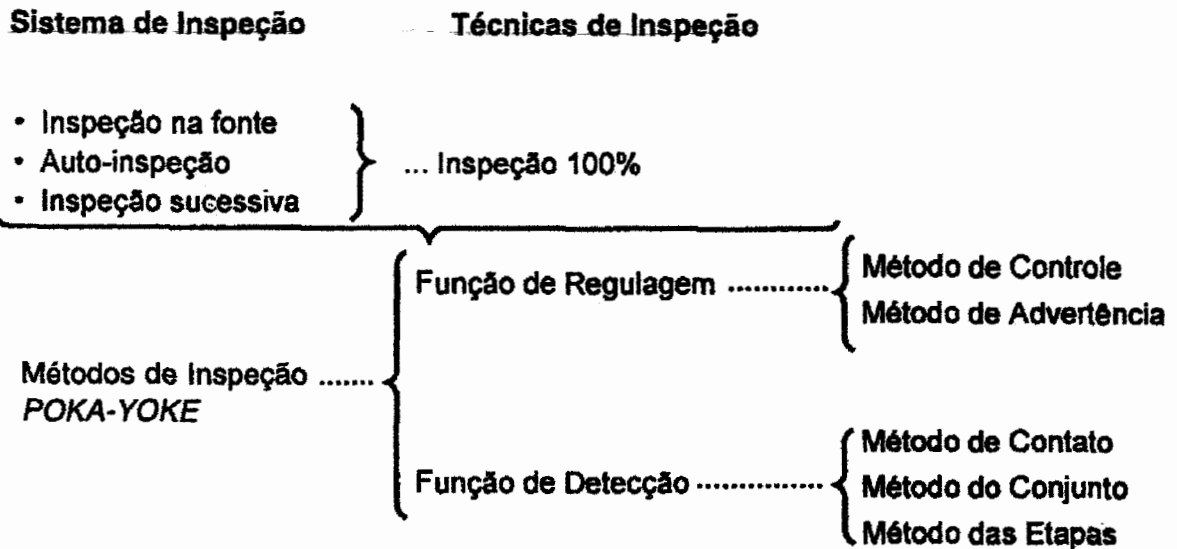


Figura 3: Técnicas para melhoria da inspeção (Shingo 1996a pág 57).

Uma avaliação e distinção entre erro e defeito se faz necessária segundo Dalagassa (1998). Os defeitos aparecem porque são cometidos erros. Os dois pertencem à relação causa e efeito.

O defeito ocorre em consequência de alguma condição ou ação. Portanto, é possível eliminar totalmente os defeitos perseguindo suas causas, em vez de tratar as consequências.

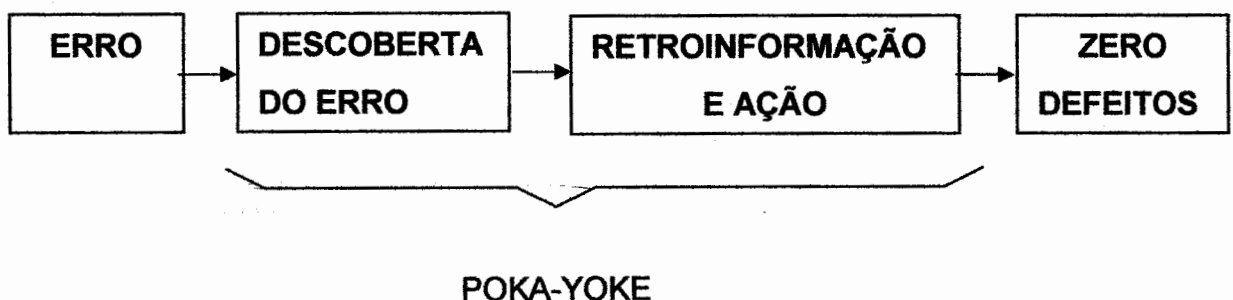


Figura 4: Lógica do POKA YOKE (Dalagassa, 1998, monografia especialização Adm Industrial UFPR).

O objetivo é evitar que os erros se transformem em defeitos. É claro que “errar é humano”, mas aceitar também.

Ninguém paga salário para que se erre. Aceitar o erro é compactuar (ser convincente) com o fracasso. O Poka-Yoke elimina os erros e nos ajuda a ter um processo com qualidade, pois:

- Torna mais fácil aos seres humanos prestar atenção;
- Reduz as extensões da dependência humana.
- Método Poka-Yoke é um meio de se evitar o erro com o uso de mecanismo de controle, na fonte. O Poka-Yoke é uma técnica que previne ou evita a reincidência de simples erros humanos.

Preparar as coisas para que seja fácil fazer certo o trabalho e difícil fazê-lo errado.

### **POKA-YOKE**

#### **ATACA:**

A causa (Raiz do problema)

Sob o Poka-Yoke está a convicção de que não é aceitável produzir nem mesmo um pequeno número de produtos defeituosos.

#### **É:**

- Um meio efetivo de regular as variações na qualidade;
- Uma função de manutenção da qualidade;
- Um método de aperfeiçoamento da qualidade.

Os métodos Poka-Yoke são técnicas, e não objetivos.

#### **EVITA**

- Peças defeituosas
- Montagens com peças erradas
- Falta de peças
- Desgastes de ferramentas
- Quebra de máquinas/ferramentas

### **6. 4. 2 Necessidades do JIT**

a) O Envolvimento Total das Pessoas.

A filosofia JIT é normalmente vista como um sistema "total". Ela visa fornecer diretrizes que incluem todos os funcionários e todos os processos na organização. Uma cultura organizacional adequada tem sido vista como importante fator para apoiar esses objetivos, através da ênfase no envolvimento de todos os funcionários da organização (SLACK, 1999).

Este enfoque do JIT à gestão dos recursos humanos tem também sido chamado de sistema "de respeito pelos homens". Ele incentiva (e normalmente requer) a resolução de problemas por equipes, o enriquecimento de cargos (através da inclusão da manutenção e tarefas de setup na atividade dos operadores), a rotação de cargos e multi-habilidades. A intenção é encorajar alto grau de responsabilidade pessoal, engajamento do trabalho. Entretanto, nem todos vêem as práticas de gestão de recursos humanos como positivamente influenciadas pelo JIT.

O envolvimento total das pessoas pode ser visto como uma extensão das "práticas básicas de trabalho". Entretanto, ele prevê que os funcionários assumam muito mais responsabilidades no uso de suas habilidades para o benefício da companhia como um todo. Eles são treinados, capacitados e motivados a assumir total responsabilidade sob todos os aspectos de seu trabalho. Por outro lado, confia-se que irão assumir tais responsabilidades com autonomia em sua própria área de trabalho. Espera-se que os funcionários participem de atividades como as seguintes:

- Seleção de novos funcionários;
- A negociação direta com fornecedores sobre programações, aspectos de qualidade e informações de entrega;
- A auto-avaliação de desempenho e tendências de melhoria;
- O planejamento e a revisão do trabalho realizado a cada dia, através de reunião de comunicação;
- A negociação direta com o cliente, a respeito de problemas e necessidades.

Segundo Ohno (1997), como ele denomina "Habilidade em passar o bastão", o local de trabalho deve ser como uma corrida de revezamento, onde existe uma área onde se pode passar o bastão. Se ele é passado corretamente o tempo total

final pode ser melhor que os tempos individuais. Se um operador está mais lento os outros devem ajudá-lo.

Na Toyota esta passagem de bastão é denominada de 'Campanha de Assistência Mútua. Aqui uma frase interessante de Ohno (1997) "É fácil compreender com a mente o problema é lembrá-la com o corpo. A meta é fazer instintivamente". O primeiro passo é ter espírito para agüentar treinamento.

#### b) Aprimoramento Contínuo (KAIZEN)

Para Slack (1999) ainda que o desempenho de qualquer organização possa estar bem longe desses ideais, uma crença fundamental do JIT é a de que é possível aproximar-se deles ao longo do tempo. Sem tais crenças para dirigir o progresso, os defensores do JIT afirmam que o aprimoramento será muito mais transitório do que contínuo. É por isso que o conceito de aprimoramento contínuo é uma parte tão importante da filosofia JIT. Se os objetivos do JIT são estabelecidos em termos de ideais, os quais organizações individuais podem nunca alcançar, a ênfase então deve estar na forma com a qual uma organização se aproxima deste estado ideal. A palavra japonesa para o aprimoramento contínuo é kaizen, e é uma parte-chave da filosofia.

#### b1) Metodologia para Melhoria

Ohno (1997), cita que na verdade o Sistema Toyota de Produção foi criado na abordagem científica de descobrir a causa raiz do problema através do 5 por quês. Como segue o seu exemplo (OHNO, pág 37).

1. Por que a máquina parou?  
Porque houve uma sobrecarga e o fusível queimou.
2. Por que houve uma sobrecarga?  
Porque o mancal não estava suficientemente lubrificado.
3. Por que não estava suficientemente lubrificado?  
Porque a bomba de lubrificação não estava bombeando suficientemente.
4. Por que não estava bombeando suficientemente?  
Porque o eixo da bomba estava gasto e vibrando.
5. Por que o eixo estava gasto?  
Porque não havia uma tela acoplada e entrava limalha.

Na busca da melhoria contínua Shingo (1996a) criou uma metodologia de apoio ao processo que ele denominou como Mecanismo do Pensamento Científico. Melhorias significativas e realistas requerem o seguinte fluxo de pensamento: Observação > Formulação de Idéia > Julgamento > sugestão > execução .

Segundo o autor , existem quatro relações elementares

1. Causa efeito , exemplo cigarro aceso causa incêndio
2. Oposição, exemplo homem mulher ou será um ou outro
3. Similaridade , ex uma mesa de madeira e uma mesa metálica.
4. Proximidade , ex uma mesa e uma cadeira.

#### 6. 4. 3 Técnicas JIT

A "casa de máquinas" do JIT é uma coleção de ferramentas e técnicas, que representam os meios para a eliminação do perda. Há muitas técnicas que poderiam ser determinadas "técnicas JIT", que são derivadas natural e logicamente da filosofia JIT" (SLACK, 1999).

Práticas básicas de trabalho:

1. *Disciplina.* Os padrões de trabalho que são críticos para a segurança dos membros da empresa e do ambiente, assim como para a qualidade do produto, devem ser seguidas por todos e por todo o tempo.
2. *Flexibilidade.* Deve ser possível expandir as responsabilidades ao limite da qualificação das pessoas. Isto se aplica tanto aos gerentes quanto ao pessoal do chão de fábrica. As barreiras à flexibilidade, como as estruturas organizacionais e práticas restritivas, devem ser removidas.
3. *Igualdade.* Políticas de recursos humanos injustas e separatistas devem ser descartadas. Muitas organizações tradicionais oferecem condições diferentes para diferentes níveis de pessoal: estacionamentos e refeitórios especiais para funcionários de escritório, por exemplo. Empresas japonesas, mesmo fora do Japão,

estão levando a mensagem igualitária mais adiante - uniformes comuns, estruturas de salários consistentes, as quais não fazem diferença entre funcionários mensalistas e horistas, além de escritórios abertos. Até mesmo a gravata de um gerente pode ser considerada uma barreira potencial à comunicação.

4. *Autonomia*. Outro princípio é delegar cada vez mais responsabilidade às pessoas envolvidas nas atividades diretas do negócio, de tal forma que a tarefa da gerencia seja a de dar suporte ao chão de fábrica. Tal autonomia está presente na operação JIT em atividades como as seguintes:

- Autoridade para parar a linha: se ocorre um problema na qualidade, um operador da linha de montagem tem autoridade para parar a linha.
- Programação de materiais: componentes são fabricados de acordo com regras bem estabelecidas (por exemplo, não produzir mais, a menos que o cliente necessite de mais). Muitos aspectos rotineiros da programação de materiais podem, portanto, ser transferidas de um sistema central de controle de produção para o chão de fábrica.
- Coleta de dados: dados relevantes ao monitoramento do desempenho do chão de fábrica são coletados e utilizados pelo pessoal do chão de fábrica.
- Resolução de problemas: O pessoal de chão de fábrica tem a prioridade na resolução dos problemas que afetam seu próprio trabalho. Somente se necessitam auxílio de especialistas é que esta ajuda deve ser procurada e fornecida.

5. *Desenvolvimento de pessoal*. Ao longo do tempo, o objetivo é criar mais membros da empresa que possam suportar os rigores de ser competitivo. Isso assegura um mix de pessoas mais rico trabalhando em atividades de aprimoramento.

6. *Qualidade de vida no trabalho*. Muitos conceitos do

JIT caem nesta categoria. Por exemplo:

- Envolvimento no processo de decisão;
- Segurança de emprego;
- diversão;

- instalações de área de trabalho.

7. *Criatividade*. Este é um dos elementos indispensáveis da motivação. Muitos de nós não só apreciam fazer seu trabalho com sucesso, mas também aprimorá-lo para a próxima vez em que for feito.

Segundo Tubino (1999) é importante destacar **que a produtividade do JIT não esta na aceleração das atividades individuais e sim no sincronismo entre as atividades padrão de cada operador e o tempo de ciclo do processo**. Neste tema faz-se necessário à utilização de contrato temporário de trabalho bem como banco de horas quando da baixa de produção.

#### 6.4.4 Projeto para a Manufatura JIT

Segundo Slack (1999) estudos em empresas automobilísticas e aeroespaciais têm mostrado que o projeto determina de 70% a 80% dos custos de produção. Aprimoramentos do projeto podem reduzir dramaticamente o custo do produto através de mudanças no número de componentes e sub-montagens, além do melhor uso de materiais e métodos. Melhorias desta magnitude normalmente não são possíveis somente através de aprimoramento da eficiência da manufatura.

##### a) Máquinas Simples e Pequenas

O princípio por trás dessa técnica é o de que várias máquinas pequenas sejam usadas, ao invés de uma máquina grande. Da mesma forma, equipamento barato e feito em casa pode ser utilizado para modificar máquinas universais, de tal forma que elas possam operar de forma mais confiável, sejam mais fáceis de manter e produzam melhor qualidade ao longo do tempo. Isto requer que **qualificação de engenharia** esteja disponível dentro da empresa e que possa ser utilizada para modificar as máquinas, de tal forma que novos modelos possam ser introduzidos a baixo custo. Máquinas pequenas são também movidas facilmente, de forma que a flexibilidade do arranjo físico é ampliada e os riscos de erros nas decisões de



investimentos são reduzidos, pois máquinas pequenas normalmente requerem baixo investimento.

#### b) Layout e Fluxo

Técnicas de arranjo físico podem ser utilizadas para promover um fluxo suave de materiais, de dados e de pessoas na operação. Fluxo é um importante conceito no JIT. Longas rotas de processos ao longo da fábrica fornecem oportunidades para a geração de estoques, não agregam valor aos produtos e reduzem a velocidade de atravessamento de produtos; todos aspectos contrários aos princípios do JIT. Recomenda-se :

- situar os postos de trabalho próximos uns dos outros, de forma que não seja necessária a geração de estoques;
- situar os postos de trabalho de modo que todo o conjunto de postos que fazem determinado componente estejam visíveis uns aos outros, tornando o fluxo transparente para todas as partes da linha;
- usar linhas em forma de U, de forma que os funcionários possam se movimentar entre postos de trabalho para balancear a capacidade;
- adotar arranjo físico celular.

Para Tubino (1999) os layout's departamentais sempre até hoje utilizados além do motivo contábil foram, por muito tempo utilizados por facilidade em elaboração de Layout; instabilidade da demanda; facilidade no trato do funcionário; equipamento gigantescos difíceis de integração. As perdas que este layout causa são: por superprodução; espera de lote; movimentação; processamento; estoques; produtos defeituosos em grande escala.

Para solucionar este problema utilizam-se de layout celular para reduzir as perdas acima.

Nesta tarefa de montar células surgiu um método em 1950, criado por engenheiro russo Mitrofanov, que visava agrupar peças por similaridade geométrica, em famílias para serem processadas na mesma máquina que criou o termo tecnologia de grupo. Nesta busca criaram-se quatro grupos básicos para

identificação das famílias que são: inspeção visual de similaridade; análise de fluxo de produção; por código; por padrões tecnológicos (TUBINO, 1999).

No layout celular têm-se as seguintes vantagens: manutenção no ritmo de produção, flexibilidade de capacidade, manutenção do padrão individual da operação; facilidade de adequação do layout celular nas instalações por ser este mais comprimido.

Tubino (1999) ressalta que com as técnicas do JIT **elevam-se os níveis de confiabilidade e produtividade dos sistemas produtivos**. Dessa forma os estoques deixaram de ter importância estratégica e passaram a ser mais um fator de produção que deve ser racionalizado.

Segundo Carmo (2003), o objetivo do layout são os seguintes:

1. Auxiliar no projeto de instalação , ampliação e modernização de unidades produtivas.
2. Racionalizar espaços
3. Aumentar produtividade, eficiência e qualidade
4. Reduzir custos
5. Permitir que os materiais , pessoas e as informações fluam de forma eficiente e segura.

Carmo (2003) cita que os japoneses usam o layout agrupado e tem os seguintes benefícios da tecnologia de grupo e das células.

- Redução de prazos de fabricação
- Treinamento cruzado
- Capacidade flexível
- Redução de estoques
- Redução da preparação de equipamentos
- Redução tempo de movimentação e do número de containeres
- Pequenas células são mais fáceis de administrar
- Operadores polivalentes

- Operações consecutivas
- Melhor aproveitamento do espaço

Segundo Dalagassa (1998), o fluxo de materiais é um dos fatores mais importantes na determinação do tamanho, forma e arranjo geral de qualquer local de fabricação. Um produto, peça ou material é de pouco valor até que esteja no local certo e no tempo certo, o que faz com que a movimentação de materiais seja o foco principal de quase todo o trabalho de *layout*.

O *layout* e a movimentação estão ligados de tal maneira, que muitas vezes é difícil determinar as áreas de influência de um sobre o outro. Certas limitações (edificação, carência de espaço, etc) podem cercear a livre escolha do sistema necessário.

O arranjo físico existente representa um compromisso entre que seria o arranjo ideal e as restrições existentes (espaço disponível, processos de fabricação e equipamentos).

Segundo MOURA (1989, pág 245, apud Dalagassa 1998), adequar um *layout* tem como principais objetivos:

- Minimizar tempos ociosos e reduzir o congestionamento do fluxo de trabalho;
- Prever a manutenção eficiente das áreas e instalações do armazém sem obscurecer o desenvolvimento do trabalho;
- Obter maior velocidade do fluxo de materiais e uma redução dos tempos de trabalho;
- Eliminar tempos ociosos e zonas de estocagem pouco eficientes podendo permitir a economia direta ou indireta de horas de mão-de-obra ou de utilização das instalações, reduzindo custos.

#### b1) Layout Departamental

Segundo Dalagassa (1998) os fatores que justificam o layout departamental são:

- Aumento da produção pelo emprego do tempo ocioso;
- Conceito contábil de “valor agregado”;
- Facilidade em elaborar o *layout*;
- Instabilidade na demanda;
- Facilidade no trato com os funcionários
- Equipamento de difícil integração.

#### b2) Layout Celular

Aumenta a flexibilidade do sistema produtivo e diminui a necessidade de estoques em processo entre células, pois há uma conversão mais rápida dos itens em produtos acabados, podendo-se atender diretamente a demanda da produção.

Eliminando-se os estoques em processo entre máquinas, as células contribuem para a inspeção imediata da qualidade pelo próprio operador que ao manusear a peça pode pegar imediatamente o defeito, evitando sua multiplicação.

O desenho ideal para a montagem de células é o com formato em “U”, podendo-se empregar os formatos de “V” ou “L”, ou combinações desses formando serpentina.

#### c) Manutenção Produtiva Total (TPM)

A TPM visa eliminar a variabilidade em processos de produção, a qual é causada pelo efeito de quebras não planejadas. Isto é alcançado através do envolvimento

de todos os funcionários na busca de aprimoramentos na manutenção. Os donos de processos são incentivados a assumir a responsabilidade por suas máquinas e a executar atividades rotineiras de manutenção e reparo simples. Fazendo isso, os especialistas em manutenção podem, então, ser liberados para desenvolver qualificações de ordem superior, para melhores sistemas de manutenção (SLACK, 1999).

Na visão de Antunes (1998), a TPM possui um medidor de performance intitulado de Índice de Rendimento Operacional Global (IROG) do Equipamento.

Este indicador relaciona-se diretamente com o conceito de Quebra-Zero dos equipamentos. A Quebra-Zero dos equipamentos é obtida via a eliminação das chamadas 6 grandes Perdas da TPM que são: i) Perda por quebra de máquinas; ii) Perda por mudança de linha e regulagem; iii) Perda por parada temporária; iv) Perda por queda de velocidade; v) Perda por defeitos/retrabalhos; vi) Perdas para a entrada em operação

Na aplicação do IROG deve-se , focar as melhorias nas restrições do sistema. Sendo assim, o indicador da TPM não deverá ser utilizado em todas as máquinas e sim nas máquinas críticas, ou seja, o(s) gargalo(s) e/ou os Recursos com Capacidade Restrita – CCRs. Desta forma, ações que melhoram o indicador local Rendimento Global do Equipamento terão como consequência a manutenção e/ou melhoria do Ganho e a redução das Despesas Operacionais e dos Inventários (ANTUNES, 2003).

Já no caso da Demanda Global do mercado ser inferior à Capacidade de Produção, os eventuais ganhos nos tempos de preparação deverão ser utilizados de forma completamente diferenciada. Neste caso, torna-se aconselhável reduzir o tamanho dos lotes e aumentar a frequência das mudanças no intuito de: i) reduzir os tempos de passagem para responder de forma mais rápida à demanda do mercado; ii) melhorar a qualidade dos produtos e iii) reduzir os Inventários de material em processo, matérias-primas e produtos acabados. Neste caso, seria incoerente manter a(s) frequência(s) de troca(s) para aumentar o Índice de Rendimento Operacional Global do Equipamento, este deve ser sempre considerado um indicador local, portanto, subordinado aos indicadores hierarquicamente superiores do Sistema Produtivo (ANTUNES, 1998).

Ohno (1997) cita que a prevenção é a melhor cura. Se pensamos em manter inventário antecipando problemas de máquinas, porque não pensamos na prevenção dos problemas de máquinas antes que eles ocorram. Assim a manutenção preventiva tornou-se parte integrante do Sistema Toyota.

Ohno (1997) enfatiza que uma de produção forte significa um empresa forte.

**A força da Toyota não vem de seu processos de transformação, mas sim de sua manutenção preventiva.**

Segundo Dias (2003), a TPM envolve não só a qualidade técnica do maquinário, equipamento e posto de trabalho, como também o aperfeiçoamento do operador e da equipe de apoio no sentido de conscientizá-los e treiná-los sobre a importância do desempenho do equipamento e as consequências para ele e a empresa.

#### c1) Índice Rendimento Operacional Global (IROG)

Segundo Antunes (2003) devemos usar nas máquinas um Índice Rendimento Operacional Global (IROG). Este índice pode ser dividido em dois tipos:

- **TEEP** (Total Effective Equipment Productivity)- produtividade Efetiva Total do Equipamento , que indica o tempo que pode ser ganho para produzir em relação às 24 horas do dia . Este deve ser aplicado nas máquinas críticas.
- **OEE** (Overall Equipment Efficiency) Índice de Eficiência Global, que indica a eficácia do equipamento durante o tempo de operação.

Dentro do sistema tanto STP quanto na TOC os indicadores são fundamentais e o indicador :

#### Índice de Rendimento Operacional - IROG

Índice de Rendimento Operacional Global	=	Índice do Tempo Operacional	X	Índice de Performance Operacional	X	Índice de Produtos Aprovados
---	---	-----------------------------------	---	---	---	------------------------------------

- O Índice de Tempo Operacional — representa o tempo que a máquina ficou disponível excluindo as paradas
- O Índice de Performance Operacional — representa o tempo de operação em vazio, paradas momentâneas e quedas de velocidade. Estas paradas são de difícil visualização
- O Índice de Produtos Aprovados — representa o tempo total da produção excluindo o tempo gasto com refugo e retrabalho.

Segue abaixo os índices das empresas de classe mundial para o IROG bem como seus índices individuais.

Índices	Benchmarking
TEEP	85%
OEE	85%
Índice de Tempo Operacional	90%
Índice de Performance Operacional	95%
Índice de Produtos Aprovados	99%

Tabela 2 –Indicadores do IROG (Antunes, 2003 CEPPAD/Adm Industrial, (UFPR).

#### d) Redução de Setup

O tempo de setup é definido como o tempo decorrido na troca do processo da produção de um lote até a produção da primeira peça boa do próximo lote. Os tempos de setup podem ser reduzidos através de uma variedade de métodos, como, por exemplo, eliminar o tempo necessário para a busca de ferramentas e equipamentos, a pré-preparação de tarefas que retardam as trocas e a constante prática de rotinas de setup (SLACK, 1999).

Outra abordagem comum para a redução dos tempos de setup é converter o trabalho que era anteriormente executado enquanto a máquina estava parada (determinado setup interno), para ser executado enquanto a máquina está operando (denominado setup externo). Há três métodos principais para se conseguir transformar setup interno em setup externo.

- Ferramentas pré-montadas de tal forma que uma unidade completa seja fixada à máquina, em vez de ter que montar vários componentes, enquanto a máquina está parada. Preferivelmente, todos os ajustes deveriam ser executados externamente, de tal forma que o setup interno seja apenas uma operação de montagem.

- Monte as diferentes ferramentas ou matrizes num dispositivo-padrão. Novamente, isto permite que o setup interno consista em uma operação de montagem simples e padronizada.
- Faça com que a carga e descarga de novas ferramentas e matrizes seja fácil. A utilização de dispositivos inteligentes de movimentação de materiais, como esteiras de roletes e mesas com superfície de esferas, pode ajudar bastante.

Segundo Slack (1999), a redução do setup foi um meio pelo o qual a Cummins Engineering, localizada em Daventry no Reino Unido, se convenceu do poder do JIT. O tempo de setup na furação do cabeçote (uma máquina CNC na linha de fabricação de blocos) era de 17 minutos. A equipe de operadores reduziu esse tempo para apenas 8 segundos e gastou menos de 150 dólares para fazê-lo. Em poucos meses, todos os tempos de setup na linha de blocos foram reduzidos para menos de 5 minutos. O tamanho dos lotes foi reduzido de algo o em torno de 80 (duas semanas de produção) para 1.

Tubino (1999) também cita a sistemática de TRF desenvolvida por Shingo, mas no ocidente o criador da ferramenta não é lembrado.

Torna-se interessante a simplificação do fluxograma de Shingo (1996a):

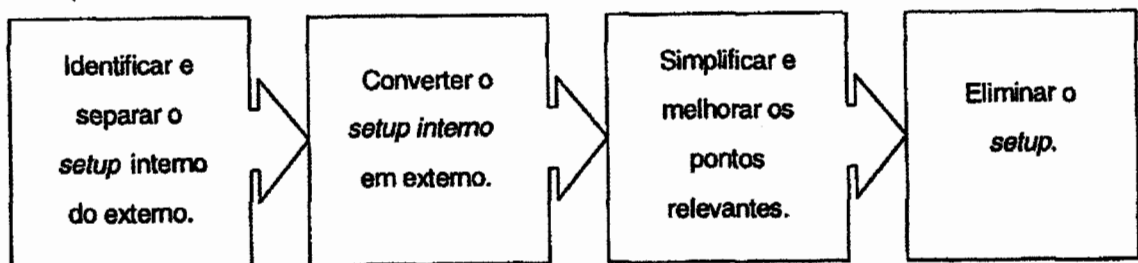


Figura 5: Os quatro estágios da TRF. (Tubino, 1999,pág 124).

Para a troca rápida de ferramentas (TRF) o primeiro passo consiste em identificar as atividades do SETUP buscando detalhar cada uma das atividades. A melhor forma de se fazer isto é filmando varias trocas para serem discutidas com o grupo. As atividades devem ser classificadas como internas , externas e desnecessárias. As atividades internas são as que só podem ser feitas com a máquina parada. A partir desta etapa deve-se eliminar as atividades



desnecessárias. Na citação de Tubino (1999) em relação ao criador desta ferramenta, Shingo diz' que de 30 a 50 % do setup pode ser reduzido só com a organização das operações internas e externas. A próxima etapa será converter o setup interno em externo. Para este objetivo deve-se empregar dispositivos intermediários que padronizem o ajuste que representa de 50 a 70 % do setup interno.

A fase seguinte será melhorar os pontos relevantes da seguinte forma:

- Usar operações paralelas , por exemplo, incluindo-se mais um operador para auxiliar no setup.
- Usar sistemas de paradas fixas nas réguas ou escalas das máquinas
- Empregar fixadores rápidos.
- Eliminar tentativa e erro

O último estagio será a eliminação do setup através de : Projeto de produto padronizado; produção focalizada e produção em grupos , onde neste último caso dois produtos possam ser produzidos ao mesmo tempo ou sem necessidade de setup na mesma mesa.

**Na busca pela a redução de lotes de produção a maior contribuição do Sr Shingo foi grande trabalho sobre a TRF (troca rápida de ferramentas)**

O SETUP se divide da seguinte forma quanto ao tempo:

- Preparação da montagem 30% .
- Fixação e remoção de ferramentas 5 % .
- Centragem das ferramentas 15%
- Processamentos iniciais e ajustes 50%

Para reduzir estes tempos o autor criou 8 técnicas, descritas a seguir:

1. Separação das operações de SETUP em interno e externo. Aqui podem ser conseguidos ganhos da ordem de 30 a 50 %.
2. Converter SETUP interno em externo.

3. Padronizar a função e não a forma. Neste ponto se objetiva, por exemplo, colocar espaçadores que compensem um comprimento total de conjunto fazendo assim com que todas ferramentas sejam iguais na visão macro.
4. Utilizar grampos funcionais
5. Usar dispositivos intermediários, que possam fazer fora da máquina um pré setup.
6. Adotar operações paralelas, ou seja, a ajuda de mais operadores que reduzam o SETUP, muitos supervisores dizem não poder liberar um funcionário para tal, mas com a redução do tempo global para abaixo de 10 minutos a participação não seria maior que 3 minutos.
7. Eliminar ajustes. Shingo fala que preparação e ajustes são coisas diferentes e o ajuste deve ser eliminado com o uso de padrões, por exemplo, de altura fixos. Estes deveriam definir cursos rapidamente.
8. Mecanização: seria o último passo e deve ser muito bem avaliado,

Shingo (1996a) criou um fluxograma para suas 8 técnicas na figura 6. Para o embasamento conceitual ele também divide a TRF em estágios conceituais conforme a figura 7.

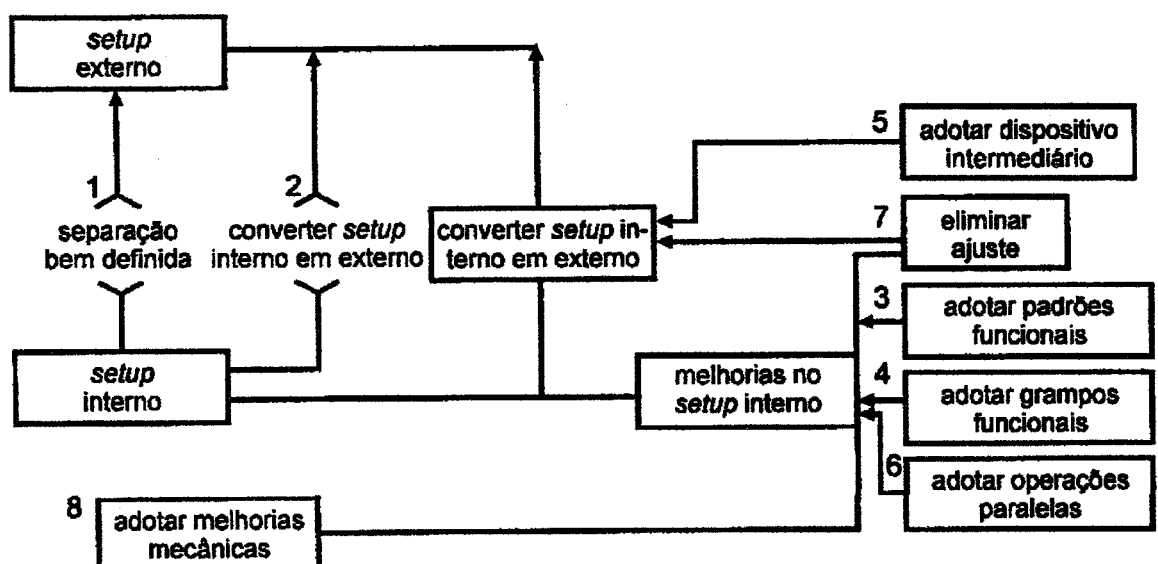


Figura 6: Fluxograma para as 8 técnicas de Setup (Shingo, 1996a, pág 88).

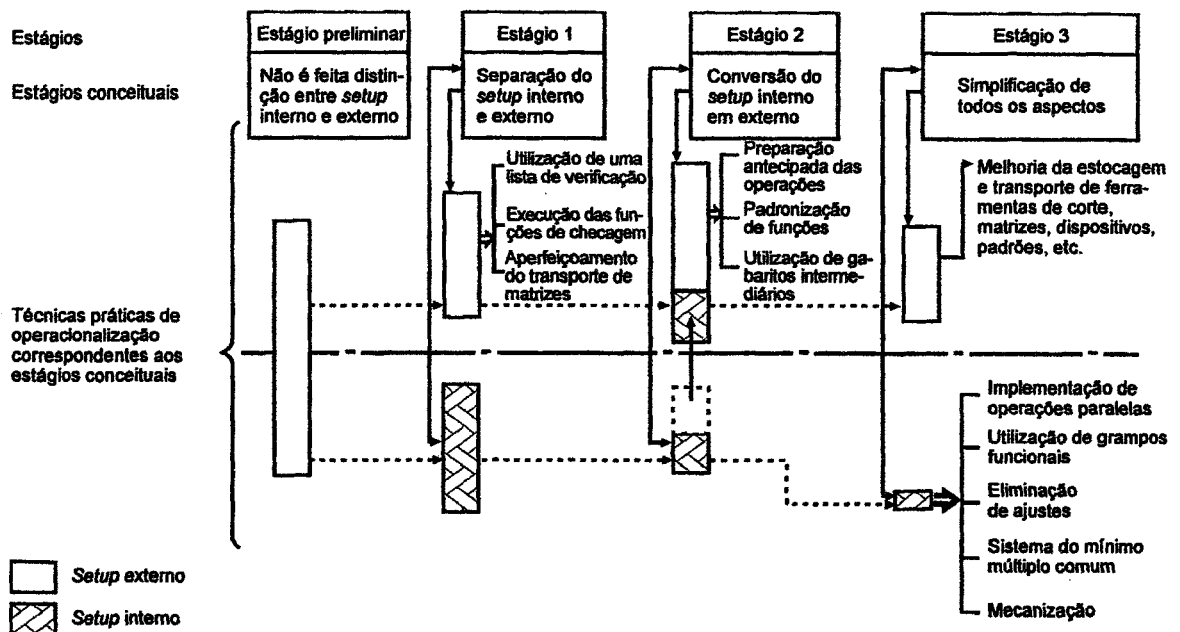


Figura 7: A troca rápida de ferramentas (TRF): estágios conceituais e técnicas de operacionalização (Shingo, 1996a, pág 90).

#### e) Visibilidade

Para Slack (1999), os problemas, projetos de melhoria de qualidade e listas de verificação de operações são visíveis e exibidas de forma que possam ser facilmente vistas e compreendidas por todos os funcionários. As medidas de visibilidade incluem:

- Exibição de medidas de desempenho no local de trabalho;
- Luzes coloridas indicando paradas;
- Exibição de gráficos de controle da qualidade
- Listas de verificação e técnicas de melhoria visíveis;
- Uma área separada exibindo exemplos de produtos e produtos de concorrentes, juntamente com exemplos de produtos bons e defeituosos;
- Sistemas de controle visual como kanbans;
- Arranjo físico de locais de trabalho sem divisórias

OBS: No controle visual é exigido do operador que pare a máquina e sinalize um andon, dos supervisores é cobrado que mantenham o sistema em funcionamento e assim é estabelecido um conflito para a solução dos problemas (OHNO, 1997).

#### f) Trabalho com Valor Agregado

Segundo Ohno (1997) a proporção de trabalho com valor agregado é mais baixo do que a maioria das pessoas pensa. Para demonstrar ele nos mostra abaixo um gráfico figura 8:

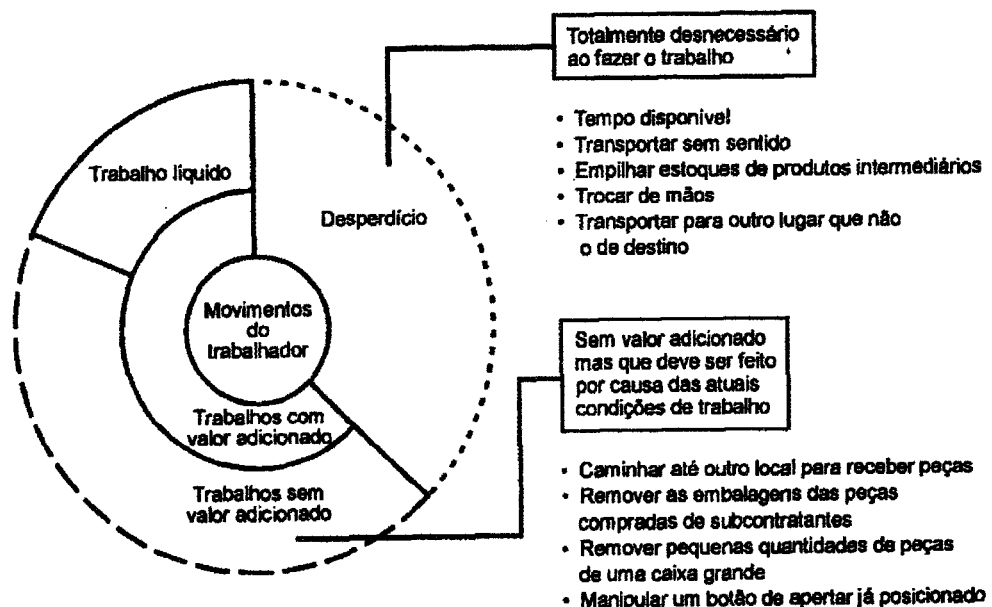


Figura 8: Compreendendo a função manufatura (Ohno, 1997 pág 74).

O Sistema Toyota foca muito a mão-de-obra. E assim torna-se importante é diferenciara sua influencia nas máquinas :

**Taxa operacional**, que é a disponibilidade da máquina quando ela for utilizada. Esta deve ser mantida com manutenções constantes.

**Taxa de operação**, que é o tempo efetivo de utilização da máquina durante um período de tempo que pode ser o dia. O sistema esta fortemente baseado no **EXCESSO** de capacidade maquina. Se automação funciona bem, ótimo, mas se ela funciona para deixar o operador mais tempo à vontade ela é muito cara. A Toyota

declara que produz a mesma quantidade que outras companhias com 20 a 30% menos trabalhadores.

#### g) Padronização

Segundo Ohno (1997), os elementos a serem considerados no trabalho padrão, são operário máquina e materiais. Ford fazia a seguinte referencia a padronização: Existe a padronização que significa inércia e a padronização que significa progresso. Ford mostrava-se muito preocupado sobre o tema e dizia que a padronização deveria vir da base, ou seja, da fabrica (OHNO, 1997).

#### h) Polivalência

A flexibilidade do JIT esta fortemente embasada na mão-de-obra multifuncional. Estes trabalhadores devem receber treinamento contínuo com a rotação de postos de trabalho e pela montagem do layout celular (TUBINO, 1999).

A polivalência traz uma série de vantagens adicionais segue abaixo:

- Compromisso com objetivos globais
- Reduz a fadiga e o stress
- Disseminação de conhecimento
- Facilita aplicação da TQC, pois os operadores têm amplo conhecimento do processo.
- Permitem remuneração mais justa atrelada as habilidades.

Na polivalência é importante o conceito de ajuda mútua entre os operadores para manterem o ritmo.

Segundo Ohno (1997) surge o conceito da corrida de revezamento de atletismo onde um operador mais rápido pode ajudar seu colega mais lento. O também é o fortalecimento do espírito de equipe bem como manter a velocidade natural de cada operador.

## 6. 5 Fluxo de Produção

Ohno (1997), cita que lendo o livro de Ford "HOJE e AMANHÃ", ele se preocupava com a automação quando diz que o verdadeiro fim da indústria era libertar a mente e o corpo do trabalho cansativo, fornecendo ao mundo produtos bem feitos e de baixo custo. Ele também objetivava a melhorar o fluxo e a sincronização com maior flexibilidade do trabalho. Um ponto importante que pode ter obstruído esta flexibilidade eram os sindicatos início do século que eram constituídos por profissão impedindo a polivalência. Ohno (1997), finalmente afirma que mesmo na Toyota é muito difícil conseguir um fluxo de produção total alinhado como na montagem e usinagem.

## 6. 6 Mapeamento de Fluxo de Valor

Segundo Rother (1999) o mapeamento de fluxo de valor é usado não como um método para aprender a enxergar e sim para retratar o estado atual e o estado futuro de melhorias ou ideal.

Na Toyota se aprende três fluxos: de materiais;de informações;de pessoas ou processos

Esta ferramenta ajuda a focalizar o fluxo e a integrar as ferramentas necessárias para as melhorias. O objetivo é melhorar o todo e não otimizar só as partes. Isto é conseguido enxergando o valor e especialmente as fontes de perda.

O Mapeamento do fluxo de valor é uma ferramenta essencial:

- Visualiza mais do que simplesmente os processos individuais, por exemplo, montagem, solda, etc.
- Identifica mais do que os perdas no fluxo de valor.
- Fornece uma linguagem comum para tratar dos processos de manufatura.
- Torna as decisões sobre o fluxo visíveis, de modo que você pode discuti-las. De outro modo, muitos detalhes e decisões no seu chão de fábrica só acontecem por omissão.

- Junta conceitos e técnicas enxutas, que o ajuda a evitar a implementação de algumas técnicas isoladamente.
- Forma a base de um plano de implementação. Desenha o fluxo total de porta a porta deveria operar - uma parte que falta em muitos esforços enxutos - os mapas do fluxo de valor tornam-se referência para a implementação enxuta. Mostra a relação entre o fluxo de informação e o fluxo de material. Nenhuma outra ferramenta faz isso.
- É muito mais útil que ferramentas quantitativas e diagramas de layout que produzem um conjunto de passos que não agregam valor, lead time, distância percorrida, a quantidade de estoque, e assim por diante. **O mapa do fluxo de valor é uma ferramenta qualitativa** com a qual você descreve em detalhe como a sua unidade produtiva deveria operar para criar o fluxo. Números são bons para criar um senso de urgência ou como medidas e comparações antes/depois. O mapeamento do fluxo de valor é bom para descrever o que você realmente irá fazer para chegar a esses números.

Uma questão importante é fluir a informação de modo que um processo só possa ser acionado pelo processo seguinte.

Para o mapeamento se faz necessário alguns dados conforme abaixo:

- Selecionar uma família de produtos
- Uma pessoa liderando pessoalmente o esforço de mapear
- Começar pelo nível porta-a-porta
- Considerar ambos os fluxos de material e de informação
- Alguns dados típicos de processo:
  - T/C (tempo do ciclo)
  - T/ R (tempo de troca)
  - Tempo de Operação Efetiva (operação real de máquina)
  - TLP (tamanho dos lotes de produção)
  - Número de operadores

- Número de variações do produto
- Tamanho da embalagem
- Tempo de trabalho (menos os intervalos)
- Taxa de refugo

A ferramenta mapeamento de fluxo de valor utiliza alguns indicadores que seguem:

Tempo de Ciclo, é a frequência com que uma peça ou produto é realmente completada em um processo, cronometrada como observado. Também, o tempo que um operador leva para percorrer todos os seus elementos de trabalho antes de repeti-los.

Tempo de Agregação de Valor. Tempo dos elementos de trabalho que efetivamente transformam o produto de uma maneira que o cliente está disposto a pagar.

O Lead Time é o tempo que uma peça leva para movesse ao longo de todo um processo ou um fluxo de valor, desde o começo até o fim.

<b>Normalmente <math>VA &lt; T/C &lt; L/T</math></b>
--

No mapeamento o que se está buscando realmente fazer na produção enxuta é obter um processo para fazer somente o que o próximo processo necessita e quando necessita. O objetivo é ligar todos os processos - desde o consumidor final até a matéria-prima - em um fluxo regular sem retornos que gera o menor "lead time", a mais alta qualidade e o custo mais baixo.

Esta ferramenta está sendo utilizada na empresa e uma amostra está nos anexos de letra D até J.

#### a) Características de um Fluxo Enxuto

No fluxo de valor a busca deve ser produzir com o takt time. O "takt time" é a frequência com que você deve produzir uma peça ou produto, baseado no ritmo



das vendas, para atender a demanda dos clientes. O takt time é calculado dividindo-se o tempo disponível de trabalho (em segundos) por turno pelo volume da demanda do cliente (em unidades) por turno.

Um fluxo enxuto exige as seguintes condições:

1- Produzir de acordo com o takt parece simples, mas requer um esforço concentrado para:

- fornecer resposta rápida (dentro do takt) para problemas
- eliminar as causas de paradas de máquinas não planejadas
- eliminar tempos de troca em processos posteriores, tipo processos de montagem.

2- O segundo passo é desenvolver um fluxo contínuo onde possível. O fluxo contínuo significa produzir uma peça de cada vez, com cada item sendo passado imediatamente de um estágio do processo para o seguinte sem nenhuma parada (e muitos outros perdas) entre eles. O fluxo contínuo é o modo mais eficiente de produzir e você deveria usar muita criatividade ao tentar implementá-lo.

Um bom início pode estar em iniciar com a combinação de um fluxo contínuo e um pouco de FIFO (first in first one) sistema puxado. Depois, amplie o fluxo contínuo na medida em que os processos tornam-se mais confiáveis, os números de troca reduzidos próximo de zero, e equipamentos menores são desenvolvidos.

3- Com o objetivo de criar fluxo é necessário criar supermercados para controlar a produção onde o fluxo contínuo não se estende aos processos anteriores. Frequentemente há pontos no fluxo de valor onde o fluxo contínuo não é possível e fabricar em lotes é necessário. As causas do fluxo não contínuo são:

- Processos projetados para operar em tempos de ciclo muito rápidos ou lentos e necessitam mudar para atender a múltiplas famílias de produtos (por exemplo: estamparia ou injeção).
- Processos localizados nos fornecedores, estão distantes e o transporte de uma peça de cada vez não é realista.

- Alguns processos têm "lead time" muito elevado ou não são muito confiáveis para ligarem-se diretamente a outros processos em um fluxo contínuo".

Segundo Rother (1999) os processos não devem ter programação independente, porque um programa é só uma estimativa do que o próximo processo realmente precisa. Ao invés disto, controle a produção ligando-os aos clientes posteriores, mais freqüentemente através de um sistema puxado baseado em supermercados. **Em resumo, você normalmente precisa instalar um sistema puxado onde o fluxo contínuo é interrompido e o processo anterior ainda deve operar com base em lotes.**

4- A produção deve ter somente um processo de produção ou processo puxador.

5- O próximo passo é distribuir a produção de diferentes produtos uniformemente no decorrer do tempo no processo puxador (nivele o mix de produção).

A inevitabilidade de problemas na manufatura é uma das razões pelas quais muitas fábricas do grupo Toyota têm seu processo puxador em dois turnos de trabalho, existe um intervalo uma a quatro horas de diferença entre os turnos. Desta forma, existe tempo para compensar as perdas de produção com poucas horas extras no final de cada turno.

#### b) Redução de Lead Times Produtivos

Segundo Tubino (1999), nos sistemas convencionais a velocidade de resposta aos pedidos é baixa e sincronismo só é obtido através da formação de estoques. Os tempos de lead time se dividem conforme abaixo e devem ser melhorados separadamente.

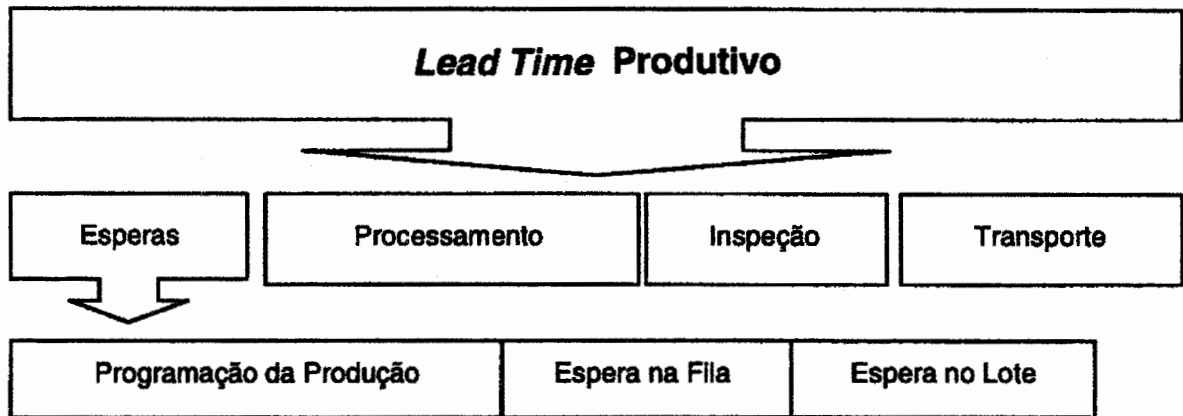


Figura 9: Composição Lead Time (Tubino, 1999 pág 113).

Na citação de Tubino (1999) os tempos de espera totais podem chegar a 80% do lead time, devido a isto as técnicas JIT privilegiam os processos contínuos de fabricação em pequenos lotes.

## 6. 7 Fornecimento JIT

Na verdade, uma interpretação errada desta visão foi disseminada entre empresas de manufatura não japonesas, que costumavam forçar seus fornecedores a entregas just-in-time, contribuindo pouco ou nada para aprimorar o fluxo logístico. O fornecimento JIT é, na verdade, uma área muito rica para a atividade de aprimoramento. Existe a necessidade de relacionamentos de "parceria" e "enxutos" (SLACK, 1999).

### a) Técnicas do planejamento e controle do JIT

As técnicas e abordagens descritas são as seguintes:

- controle Kanban e sua origem
- programação nivelada;
- modelos mesclados;
- sincronização;

#### a1) Planejamento e controle just in time

Para Shingo (1996a), o planejamento da produção deve ser visto de duas perspectivas. Primeiro, com que precisão a demanda pode ser identificada. Segundo, até que ponto pode-se atender à demanda através do plano de produção. Se a produção é baseada meramente em projeções essas exigências são fáceis de serem atendidas. Entretanto, se o objetivo é a produção com estoque zero, o planejamento torna-se um desafio maior. O método da Toyota é ilustrado na figura 10. E também é importante coordenar o planejamento da produção com os sistemas de informação.

Os dados de produção no plano anual são baseados em pesquisa de mercado. A produção mensal e semanal são planejadas para adequar-se às previsões, mas as programações diárias são determinadas inteiramente pelos pedidos. O consumidor prefere receber sua mercadoria no menor prazo possível após a realização do pedido. **Porém, a produção total leva mais tempo, de maneira que o sistema da Toyota é, na verdade, uma combinação de planejamento antecipado e planejamento contra pedido.** Na verdade a Toyota combina um planejamento preciso de produção por antecipação com um planejamento contra pedido quando se aproxima da montagem final.

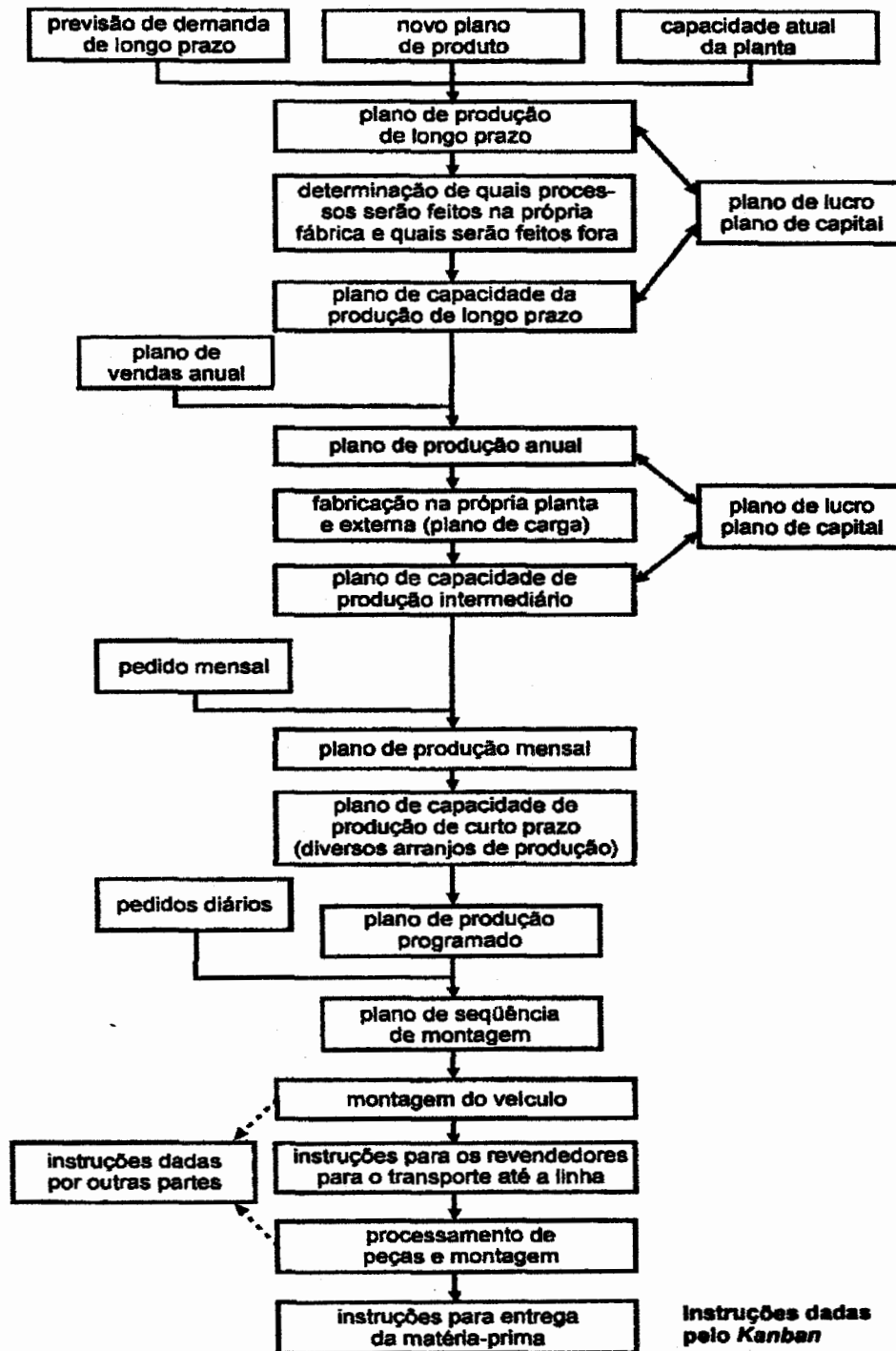


Figura 10: Plano de produção do Sistema Toyota de Produção (tese de M Sugimori) apud (Shingo 1996a pág 123).

Slack (1999) cita que uma das fontes de perda, identificada anteriormente, era aquela causada pela programação dos estoques. Uma programação de estoques ruim (componentes que chegam muito cedo ou muito tarde) causa imprevisibilidade

numa operação. A programação dos estoques é governada por uma das duas escolas de pensamento (planejamento e controle "empurrado" e planejamento e controle "puxado"). O planejamento e controle JIT é baseado no princípio de um "sistema puxado", enquanto a abordagem MRP para o planejamento e controle, é um "sistema empurrado".

## a2) Controle Kanban e sua Origem

Segundo Ohno (1997), desde a década de 40 ele estudava o sistema dos supermercados americanos e na sua visão os supermercados tinham três características interessantes: 1) o cliente compra só o necessário, no momento e quantidade necessária. 2) Logo após é repostado apenas as quantidades vendidas que podem ir ao máximo no espaço da prateleira. 3) Surge aqui a lógica do processo final ir até o processo inicial, repondo as quantidades consumidas.

O grande problema era evitar a confusão do processo final retirar do processo inicial grandes quantidades de uma só vez. Para solução deste problema desenvolveram a sincronização e nivelamento da demanda.

Tubino (1999) cita que o sistema Kanban distribui por toda a fábrica quantidades previamente calculadas de estoque para conexões entre pontos do processo. O foco é eliminar os almoxarifados centralizadores. O autor ressalta que dentro das células e nas linhas de montagem não se usam KANBANS e sim fluxo de produção unitário

Segundo Ohno (1997), se o sistema Kanban for introduzido sem fazer parte de uma filosofia total vão surgir problemas. Pois o método JIT foi criado para aumentar a eficiência global do ambiente de trabalho.

Segundo Slack (1999) o termo kanban era algumas vezes utilizado como um equivalente ao "planejamento e controle JIT (equivocadamente), ou ainda para todo o JIT (o que é um equívoco ainda maior). Entretanto, o controle kanban é um método de operacionalizar o sistema de planejamento e controle puxado. Kanban é a palavra japonesa para cartão ou sinal. Ele é algumas vezes chamado de "correia invisível", que controla a transferência de material de um estágio a outro da

operação. Em sua forma mais simples, é um cartão utilizado por um estágio cliente, para avisar seu estágio fornecedor que mais material deve ser enviado. Os kanbans podem também tomar outras formas. Em algumas empresas japonesas, eles são constituídos de marcadores plásticos, ou ainda bolas de ping-pong coloridas, com diferentes cores representando diferentes componentes. Há, também, diferentes tipos de kanban.

- O kanban de transporte. Um kanban de transporte é usado para avisar o estágio anterior que o material pode ser retirado do estoque e transferido para uma destinação específica. Este tipo de kanban normalmente terá detalhes como número e descrição do componente específico, o lugar de onde ele deve ser retirado e a destinação para a qual ele deve ser enviado.
- O Kanban de produção. Um kanban de produção é um sinal para um processo produtivo de que ele pode começar a produzir um item para que seja colocado em estoque. A informação contida neste tipo de Kanban normalmente inclui número e descrição do componente, descrição do próprio processo, materiais necessários para a produção do componente, além da destinação para a qual o componente ou componentes devem ser enviados depois de produzidos.
- O Kanban do fornecedor. Kanbans de fornecedor são usados para avisar ao fornecedor que é necessário enviar material ou componentes para um estágio da produção. Neste sentido, ele é similar ao kanban de transporte, porém é normalmente utilizado com fornecedores externos.

Qualquer que seja o tipo de kanban utilizado, o princípio é sempre o mesmo; isto é, o recebimento de um kanban dispara o transporte, a produção ou o fornecimento de uma unidade ou de um contenedor-padrão de unidades. Se dois kanbans são recebidos, isso dispara o transporte, a produção ou o fornecimento de duas unidades ou dois contenedores-padrão de unidades, e assim por diante. Os kanbans são apenas meios através dos quais o transporte, a produção ou o fornecimento podem ser autorizados. Isto é verdade mesmo quando o kanban não é um cartão ou um objeto. Tubino (1999) cita também outros tipos de Kanban como o de contenedor ou carrinho onde o cartão pode afixado no mesmo. O método do

quadrado também pode ser utilizado, onde a marcação no solo indicara se vazia a necessidade de reposição.

Outra opção é uso de painel eletrônico com lâmpadas coloridas para acelerar o fluxo de informações. Há também a opção de Kanban informatizado nos fornecedores.

Para Antunes (1998) existem duas interpretações, aparentemente contraditórias, sobre a função do *Kanban* dentro do Sistema Toyota de Produção. Elas são:

- A proposição de Taiichi Ohno, o criador do Sistema *Kanban*, caracteriza o Sistema *Kanban* como o elemento central para a construção do STP;
- A visão de Shigeo Shingo que visualiza o *Kanban* como responsável por apenas 5% da construção do STP (Shingo, 1996a).

De acordo com o pensamento de Shingo (1996a) existiria uma confusão conceitual entre os verdadeiros significados do Sistema Toyota de Produção e o Sistema *Kanban*. Segundo Shingo (1996a) a compreensão usual de um observador comum do STP seria que em 80% dos casos o Sistema Toyota de Produção coincide com o Sistema *Kanban*, 15% que o STP seria um Sistema de Produção e 5% um sistema que visa a radical eliminação de Perdas. Conforme Shingo o STP deveria ser entendido metaforicamente como “80% eliminação de Perdas, 15% um Sistema de Produção e apenas 5% o *Kanban*” (Shingo, 1996a, pág 101).

#### a2. 1) Regras do Kanban

1. Cada contenedor deve ter um cartão Kanban indicando o número e a descrição do componente, a quantidade e a localização do centro produtor e centro usuário.



2. Os componentes são sempre puxados pelo processo seguinte. Nenhum componente é fabricado sem um cartão Kanban.
3. Todos os contenedores contém exatamente o número de componentes determinado no kanban.
4. Nenhum componente defeituoso pode ser enviado ao processo seguinte.
5. O centro produtor só pode produzir componentes suficientes para repor aqueles que foram retirados.
6. O número de Kanbans deve ser reduzido. Tubino, visando o melhoramento contínuo.
7. O processo cliente deve retirar no fornecedor os itens de sua necessidade apenas nas quantidades e no tempo necessário
8. Outra regra que o Kanban deve adaptar-se a pequenas flutuações

## a2. 2) Números de Kanbans

Em qualquer sistema que não seja um fluxo seqüencial bastante simples, o número de kanbans a cada estágio irá variar dependendo da natureza do trabalho realizado. As taxas de produção, os tempos de setup e o número de componentes por contenedor podem todos variar (Slack, 1999). A fórmula para calcular o número de kanbans que são necessários a cada estágio é dada abaixo:

$$n = \frac{dx \cdot t \cdot x (1 + e)}{c}$$

Onde:

n= número de kanbans (seja de transporte ou produção)

d = produção diária média planejada para o estágio (em unidades)

t = tempo médio, seja para preparar a máquina (para kanbans de produção) ou transportar o contenedor (para kanbans de transporte), expressos como uma proporção do dia.

$e$  = valor que pode estar entre 0 e 1 e representa tanto a eficiência da estação de trabalho (para kanbans de produção) ou o nível de estoque de segurança (para kanbans de transporte)

$c$  = unidade de capacidade do contenedor.

Segundo Tubino(1999) o sistema Kanban pode absorver variações ocasionais na faixa de 10% ale disso deve ser recalculado o número de kanbans. Existe ainda a vantagem de administrar os estoques, sequenciamento da produção no chão de fábrica, produção e a movimentação administrada pelos próprios operários.

### Pré-Requisitos para o Funcionamento do Kanban

Tubino (1999) cita que basicamente os pré-requisitos para o funcionamento do sistema kanban são as ferramentas que compõem a filosofia JIT conforme abaixo citado:

- Estabilidade de projeto, evitando mudanças bruscas no roteiro de produção
- Estabilidade no programa-mestre de produção, baseados no relacionamento de longo prazo com os clientes evitando mudanças de curto prazo nas quantidades.
- Índices de qualidade altos para evitar paradas no sistema.
- Fluxos produtivos bem definidos com layout celular
- Lotes pequenos viáveis com sistema TRF ( troca rápida de ferramentas )
- Operadores treinados e motivados para o melhoramento contínuo
- Equipamentos em perfeito estado de conservação com ênfase em manutenção preventiva

Tubino (1999) deixa claro que a empresa não precisa ter todos requisitos prontos para depois iniciar, mas iniciar todas as ferramentas em conjunto e iniciar por áreas de negócio focalizado onde as demandas sejam regulares.

A Troca Rápida de Ferramentas constitui-se em um pré-requisito básico para a implantação efetiva do Sistema *Kanban*. (Ceroni & Antunes 1995, apud Antunes 1998) estudaram uma Empresa do ramo Metal-Mecânico mostrando as debilidades da implantação do Sistema *Kanban* em função da não elaboração prévia de um amplo programa de Troca Rápida de Ferramentas (ANTUNES 1998).

**As limitações do *Kanban***, para Antunes (1998) uma vez que o uso de *Kanban* com resultados satisfatórios dar-se-ia em ambientes caracterizados pela produção em volumes relativamente altos de produtos ou componentes com elevado grau de padronização, ou seja, produtos e componentes “de catálogo”.

- O *Kanban* apresentaria a característica de proporcionar uma **falta de flexibilidade ao Sistema Produtivo**. Isto seria mais verdadeiro para ambientes do tipo *Layout* funcional (*Job Shop*) do que para produções do tipo repetitiva. Neste caso, a utilização do *Kanban* levaria a um acréscimo substancial dos estoques para atender às variações constantes da demanda do mercado.

O *Kanban* seria na realidade um sistema de ‘empurrar’ a produção e não de ‘puxar’ a produção uma vez que, mesmo que não haja demanda no mercado, ele encherá os locais de estoque em processo até que os painéis porta-*Kanbans*.

**Na verdade, o *Kanban* é uma ferramenta que não permite olhar o futuro da Fábrica**, ou seja, não é uma ferramenta tradicional de planejamento. Através do *Kanban* torna-se impossível fazer questionamento do tipo “o que ocorre se . . .”, sem uma atuação física na Fábrica, o que pode ser feito através, por exemplo, dos *software* construídos a partir da lógica Tambor-Pulmão-Corda. O “se . . . então” no STP dá-se, na prática, através das reduções contínuas dos estoques. O STP objetiva alterações radicais nas Fábricas no médio e longo prazo dado que se trata de um sistema que objetiva as melhorias contínuas e a produção com Estoque Zero (ANTUNES, 1998).

O *Kanban* quando passível de aplicação prática é flexível em relação à variação do *mix* de produção (Moura, 1992, apud Antunes 1998). No entanto, é inflexível no que tange a variações de volume, especialmente quando a demanda aumenta.

Utilizar da melhor maneira a capacidade das restrições, subordinando as ações nos recursos não restritivos às necessidades dos recursos restritivos. Neste caso a idéia consiste em operacionalizar a programação da produção utilizando ou o sistema de programação TPC (Tambor, pulmão corda), ou o *Kanban*, ou uma combinação dos dois sistemas. Objetiva-se aqui reduzir os Inventários – estoque em processo e de matérias-primas e materiais - ao máximo. Em todos os casos, quando a situação envolve ambientes de manufatura mais complexos softwares de apoio, baseados na lógica do TPC, permitem alcançar resultados melhores.

### a3) Programação Nivelada

Tubino (1999) destaca que nos sistemas de produção convencionais utilizam a nivelamento de produção baseados num horizonte de médio prazo ou mensais devido à falta de flexibilidade do sistema. Tal planejamento segundo o autor gera dois problemas nos sistemas empurrados, que são o efeito multiplicador nos componentes, são disparados muitos componentes que aumentarão o estoque e o outro que é impossibilidade de atender a demanda caso a demanda não se confirme numa mudança de MIX do cliente.

Dentro do JIT o ideal será nivelar a demanda em lotes diários mistos não esquecendo é claro que as trocas de modelos na linha de montagem e nas ferramentas das máquinas devem ser rápidas e econômicas.

Heijunka é a palavra japonesa para o nivelamento do planejamento da produção, de modo que o mix e o volume sejam constantes ao longo do tempo. Por exemplo, em vez de produzir 500 unidades em um lote que seria suficiente para cobrir as necessidades dos próximos três meses, a programação nivelada iria requerer da operação a produção de somente uma peça por hora, de, forma regular. O princípio da programação nivelada é bastante simples, mas os pressupostos para colocá-la em prática requerem esforços, ainda que os benefícios resultantes sejam substanciais. Convencionalmente, se é necessária a produção de um determinado mix de produtos num determinado período (normalmente um mês), seriam calculados os lotes econômicos de produção (LEP) sendo os lotes produzidos numa determinada seqüência (SLACK, 1999).

O princípio da programação nivelada pode ser ampliado para que se tenha um mix repetitivo de componentes. Suponha que as máquinas da unidade de produção sejam tão flexíveis que atinjam o ideal JIT de lote econômico. = 1. Isto iria produzir um fluxo estável e contínuo de cada produto, através da unidade produtiva.

Os tempos de produção para cada produto normalmente não são idênticos e as taxas de produção necessárias não são tão convenientes.

#### a4) Sincronização

Segundo Slack (1999) muitas empresas produzem grande variedade de componentes e produtos, nem todos com regularidade suficiente para garantir uma programação totalmente nivelada. Sincronização significa ajustar a saída de cada estágio do processo de produção para garantir as mesmas características de fluxo para cada um dos componentes ou produtos, à medida que eles avançam através de cada estágio. Para fazer isto, os componentes precisam ser classificados de acordo com a frequência com a qual são demandados. Um método que foi utilizado pela Lucas, uma empresa de manufatura do Reino Unido, classifica os componentes em alto fluxo, repetitivos e eventuais.

### 6. 8 A Força da Toyota

A versão da Toyota para o JIT, chamada de Sistema Toyota de Produção, tem sido a força por trás de seu avanço na direção do que tem sido chamado de "uma verdadeiramente grande empresa de manufatura". Os "dois pilares" do sistema Toyota de produção são, (ANTUNES, 1998):

- Programação puxada JIT; A produção apenas do que é necessário, quando é necessário e na quantidade necessária.
- Jidoka. A parada do processo produtivo na ocorrência de problemas, tanto pelos funcionários que são os donos do processo (os quais utilizam um botão de parada da linha) ou pelas próprias máquinas (que detectam anormalidades automaticamente). Desta forma, defeitos não são passados para o próximo estágio e a inspeção é eliminada.

Para a Toyota, a ferramenta-chave de controle seu sistema kanban. O kanban tem três propósitos .

- É uma instrução para que o estágio anterior envie mais material.

- É uma ferramenta de controle visual para identificar áreas de superprodução e falta de sincronização.

- O kanban é uma ferramenta para o kaizen (aprimoramento contínuo). A regra da Toyota diz que "o número de kanbans deve ser reduzido ao longo do tempo .

**A Toyota acredita que é conveniente que o número seja divisível por 8 para facilitar a sincronização horária.** Isto também significa que o número de itens por contenedor deve ser padronizado sempre que possível. O número de contenedores (e conseqüentemente o número de kanbans) é influenciado pela demanda horária, pelo lead time do item e pelo número de itens por contenedor. Ele é multiplicado por um fator de modo a dar cobertura para problemas como quebra de máquinas e absenteísmo. O número de kanbans nunca deverá ser fixo, estando sujeito ao kaizen.

Grandes sub-montagens como motores não são controlados por kanban. Há muitas opções diferentes para tais sub-montagens e o estoque gerado seria muito grande se fossem utilizados kanbans separados para cada uma. Motores, portanto, são controlados por um método diferente. Eles são seqüenciados na linha de montagem através de um sistema que garante que as necessidades do mercado para os veículos sejam explodidas em termos de grandes componentes e comunicadas para os setores de produção correspondentes. O procedimento, portanto, é controlar a seqüência de grandes sub-montagens e utilizar kanbans para componentes e sub-montagens menores.

Itens de alto-fluxo são produtos ou componentes que são produzidos por exemplo , todas as semanas.

Itens repetitivos ,são produtos ou componentes que são produzidos de forma regular, mas a intervalos de tempo maiores.

Itens eventuais são produtos ou componentes que são produzidos de forma irregular, a intervalos não previsíveis.

Há vantagens em se tentar reduzir a variabilidade dos intervalos entre produções de produtos de alto fluxo e repetitivos. O objetivo é sincronizar os processos pelos quais passam componentes e sub-montagens de tais produtos, de forma que eles pareçam estar seguindo uma "batida de tambor" que governa a movimentação de material. É eventualmente melhor reduzir a velocidade de operações rápidas do que produzir mais do que é solicitado no momento pelo próximo processo. Desta maneira, o fluxo toma-se regular e previsível.

## 6.9 JIT e o MRP

Na visão de Shingo (1996a) o STP e o MRP não são comparáveis, pois o MRP é um método computacional que procura as condições ótimas entre muitas projeções ao contrario do STP que busca melhorias nas questões fundamentais como:

- Redução de setup
- Fluxo unitário
- Puxar a produção contra pedido.

Na sua visão os sistemas podem ser somados nas organizações.

Para Slack (1999) a plena aceitação dos princípios e técnicas do JIT, vieram nos anos 80, depois que muitas empresas de manufatura tinham feito uso dos sistemas baseados no MRP. Além disso, as filosofias do MRP e do JIT parecem ser fundamentalmente opostas. O JIT incentiva um sistema de planejamento e controle "puxado", enquanto o MRP é um sistema "empurrado". O JIT tem objetivos que vão além da atividade de planejamento e controle da produção, enquanto o MRP é essencialmente um "mecanismo de cálculo" para o planejamento e controle. Contudo, as duas abordagens podem coexistir no mesmo sistema produtivo, desde que suas respectivas vantagens sejam preservadas. :

Na comparação JIT e MRP (MARTINS 1999) destaca os mandamentos do JIT retirados do livro de (HIRANO 1995,apud MARTINS 1999)

Os dez mandamentos do JIT:

1. jogue fora velhos e ultrapassados métodos de produção.
2. Pense em formas de fazê-lo funcionar - não por que ele não irá funcionar.
3. Trabalhe com as condições existentes - não procure desculpas.
4. Não espere a perfeição - 50% está muito bom no começo.
5. Corrija imediatamente os erros.
6. Não gaste muito dinheiro em melhorias.
7. A sabedoria nasce das dificuldades.
8. Pergunte "Por quê?" Pelo menos cinco vezes até que encontre a verdadeira causa.
9. É melhor a sabedoria de 10 pessoas do que o conhecimento de uma.
10. As melhorias são ilimitadas.

#### a) Características Principais do MRP

Embora desenhado como um sistema puxado (o programa-mestre fornece o sinal para puxar todo o sistema), a maneira com a qual o MRP é na verdade utilizado, configura-o como um sistema empurrado. O estoque é empurrado através de cada processo, em resposta a planos detalhados no tempo, calculados para cada item (SLACK, 1999).

O MRP utiliza ordens de produção derivadas do programa-mestre como unidade de controle. Conseqüentemente, o atingimento do programa é um aspecto-chave do monitoramento e do controle.

Segundo Slack (1999), os sistemas MRP normalmente requerem uma organização complexa, centralizada e computadorizada, para suportar os sistemas hardware e software necessários. Isto pode fazer com que as necessidades do cliente pareçam distantes para os funcionários cujas responsabilidades estão dois ou três níveis abaixo na estrutura organizacional.

O MRP é altamente dependente da acuidade dos dados derivados das listas de materiais, registros de estoque, entre outros.

Os sistemas MRP assumem um ambiente de produção fixo, utilizando lead times fixos para calcular quando os materiais devem chegar ao próximo centro de



trabalho. Entretanto, as condições de carga de trabalho e outros fatores fazem com que os lead times sejam na realidade bastante variáveis. Os sistemas MRP têm dificuldade de lidar com lead times variáveis.

É necessário um longo tempo para atualizar os registros MRP. Em teoria, cada transação requer uma atualização completa na atualização de dados. Na prática, é mais usual que as alterações sejam efetuadas semanalmente (ou mensalmente). Mesmo os sistemas MRP sofisticados, que permitem atualizações apenas das mudanças líquidas, numa base diária, não são sensíveis a mudanças feitas hora a hora.

#### b) Características Principais do JIT

O fluxo entre cada estágio do processo de manufatura é "puxado" pela demanda do estágio posterior.

O controle do fluxo entre estágios é conseguido pela utilização de cartões simples, fichas ou quadrados vazios, os quais disparam a movimentação e a produção dos materiais. O resultado é um sistema de controle simples, visual e transparente.

As decisões de planejamento e controle são relativamente descentralizadas, não necessitando de um sistema de informação computadorizado.

A programação JIT é baseada em taxas de produção (calculadas em termos da quantidade de itens por unidade de tempo), ao invés de volume produzido (o número absoluto de itens a serem feitos).

O JIT assume (e incentiva) a flexibilidade dos recursos e lead times reduzidos.

Os conceitos de planejamento e controle JIT são apenas uma parte de uma filosofia de produção JIT mais ampla.

#### c) Similaridades e Diferenças entre o JIT e MRP

Para Slack (1999) o exame de algumas das hipóteses e vantagens de cada abordagem dá uma indicação de como elas podem ser usadas conjuntamente. Por

exemplo, há a ironia de que o principal objetivo do - MRP é realmente fornecer produtos just in time, quando são necessários. Seus objetivos são garantir que a fábrica produza os bens no momento em que são necessários para o mercado. O MRP começa olhando à frente e identificando quais produtos devem ser entregues em que momento no futuro. Este é um ponto importante: o MRP pode planejar a produção quando queremos antecipar as necessidades futuras de produtos. Ele utiliza a lista de materiais para calcular a quantidade daqueles itens que precisam ser solicitados dos setores anteriores no fluxo de produção e, para estes, quantos itens e materiais devem ser solicitados dos fornecedores. Fazendo isso, ele liga a demanda dos clientes à rede de suprimentos. O MRP pode também lidar com ambientes complexos. Ele pode lidar com necessidades detalhadas de componentes, tanto para produtos produzidos esporadicamente como para aqueles produzidos em grandes volumes.

O JIT, por outro lado, **não se sente confortável com alta complexidade.** Ele se desempenha melhor nos casos em que as estruturas de produto são relativamente simples, a demanda é relativamente previsível (preferencialmente nivelada) e os fluxos de materiais são claramente definidos. Além disso, o paradoxo do JIT é que há circunstâncias nas quais ele é menos capaz que o MRP de atingir o fornecimento literalmente just in time. Isto se deve ao fato de que o JIT puro é uma idéia reativa - ele responde com dificuldade a mudanças na demanda. Não é um sistema que prevê e antecipa a demanda - o que se configura tanto com virtude quanto com limitação. O mesmo sistema que protege os setores iniciais do processo das flutuações da demanda, também o faz menos capaz de reagir de forma flexível a mudanças, especialmente nos casos em que a complexidade da estrutura de produtos já contraria a necessidade de simplicidade do JIT. Apesar disso, os ideais do JIT são interessantes para grande variedade de sistemas produtivos, não somente aqueles com uma produção estável e de alto volume. Isto se deve ao impacto poderoso e direto que os princípios do JIT têm no nível do "chão de fábrica" de quase todos os sistemas produtivos. Os princípios simples e transparentes do controle puxado, juntamente com seu objetivo de aprimoramento contínuo, promovem a disciplina que torna viável o controle de eficiência no dia-a-dia (SLACK, 1999).

Analisando conjuntamente as vantagens e desvantagens do JIT e do MRP, pode-se enxergar como as duas abordagens podem ser combinadas. Duas combinações possíveis são brevemente descritas a seguir.

#### d) Sistemas Diferentes para Produtos Diferentes

Usando a terminologia de itens de alto fluxo, repetitivos e eventuais, descrita anteriormente, pode-se usar a programação puxada do kanban para os itens "de alto fluxo" e "repetitivos". O sistema de controle MRP pode, então, ser usado para os itens eventuais, para os quais serão emitidas ordens de trabalho para determinar o que deve ser feito em cada estágio, sendo o trabalho monitorado de forma a empurrar os materiais ao longo dos estágios da manufatura. A vantagem disso é que o aumento do fluxo e a redução dos estoques fazem com que valha a pena aumentar o número de produtos de alto fluxo e repetitivo, através da simplificação do projeto.

#### e) MRP para Controle Global e JIT para Controle Interno

O planejamento MRP de materiais comprados visa garantir que as quantidades suficientes de itens estarão disponíveis no sistema, para que possam ser puxadas pelo sistema Just-in-Time, as **figuras 11 e 12** ilustram uma versão simplificada do que pode ser conseguido através do uso da programação puxada em empresas que utilizam o sistema MRP para compra de materiais. O programa-mestre de produção é explodido através do MRP para gerar programas de programação de fornecedores (vendo a demanda futura). As necessidades reais de materiais de fornecedores

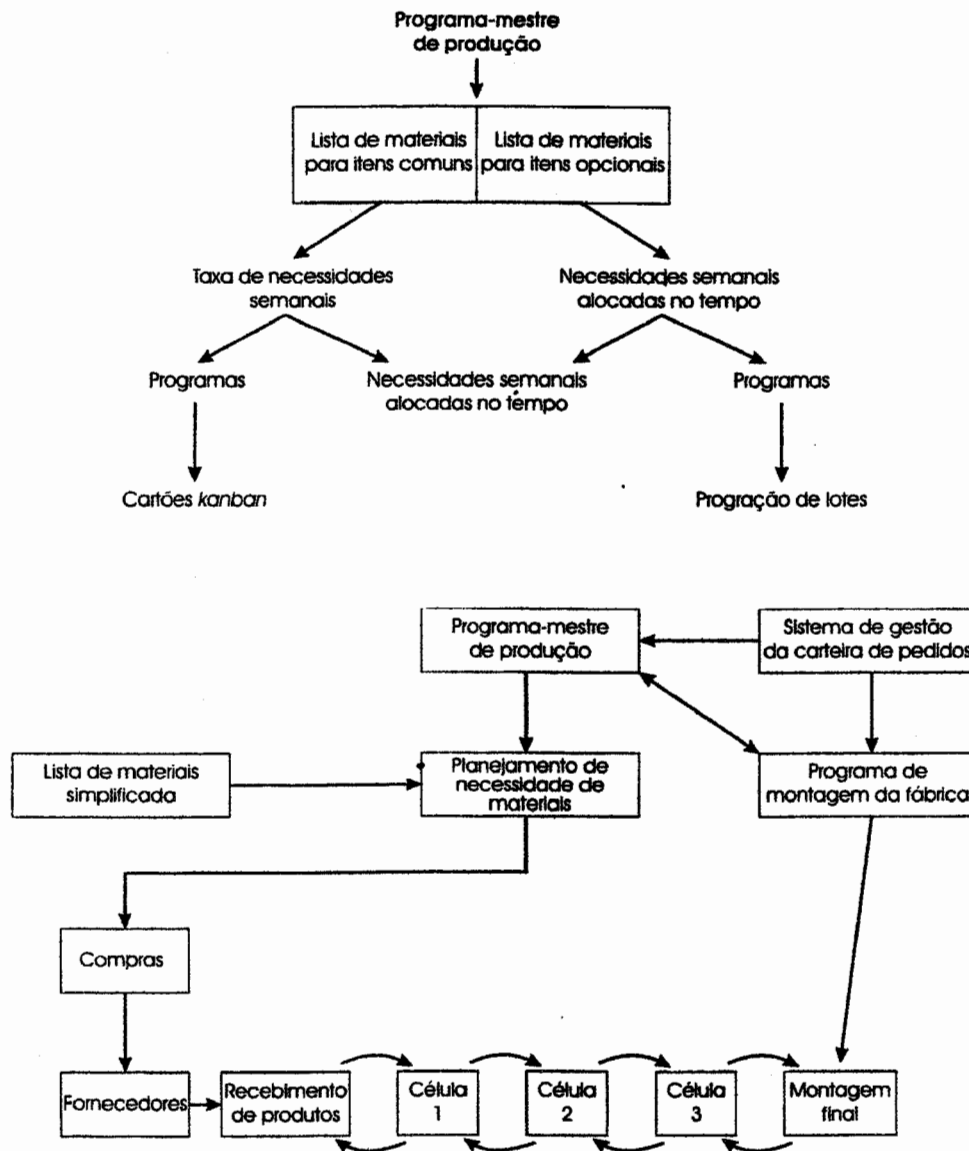


Figura 11 e 12 : Controle JIT e MRP (Slack, 1999 pág 501).

#### f) Quando Utilizar o MRP e outros Sistemas Combinados

Para Slack (1999), novamente, são as vantagens e desvantagens do JIT e do MRP que indicam quando utilizar versões "puras" de um dos dois ou sistemas combinados. Há dois pontos de vista nesta questão: um deles se refere, como a principal determinante da decisão, à **habilidade do sistema de lidar com ambientes complexos**; o outro combina, as **características de volume e**

**variedade do processo, assim como o nível de controle requerido, para indicar a melhor decisão.**

**g) A Questão da Complexidade**

A complexidade das estruturas de produtos e a complexidade dos roteiros, através dos quais esses produtos irão passar. Produtos com estruturas simples, cujos roteiros são altamente repetitivos, são fortes candidatos para o controle puxado. O JIT pode facilmente dar conta de suas necessidades. À medida que as estruturas de produto e os roteiros se tomam mais complexos, o poder do computador se torna mais necessário para explorar as estruturas de produtos e determinar ordens de compra para os fornecedores (SLACK, 1999).

Em muitos ambientes, é possível utilizar a programação puxada para o controle interno da maioria dos materiais. Novamente, os fortes candidatos para o controle puxado são os materiais usados regularmente, a cada semana ou a cada mês. Seu número pode ser aumentado através da padronização do projeto, conforme indicado pela direção da seta na figura 13.

Para estruturas e roteiros ainda mais complexos, com os componentes sendo utilizados de forma ainda mais irregular, reduzem-se as oportunidades de utilização da programação puxada. Estruturas muito complexas requerem métodos de gestão de rede como o PERT (program evaluation and review technique). Tais estruturas não oferecem muita oportunidade para programação puxada. Entretanto, mesmo neste ambiente, um possível uso para o JIT é limitar a formação de estoques, através do uso de quadrados kanban pintados no chão, por exemplo, de forma que o material não possa ser movido para a próxima operação até que o quadrado esteja livre.

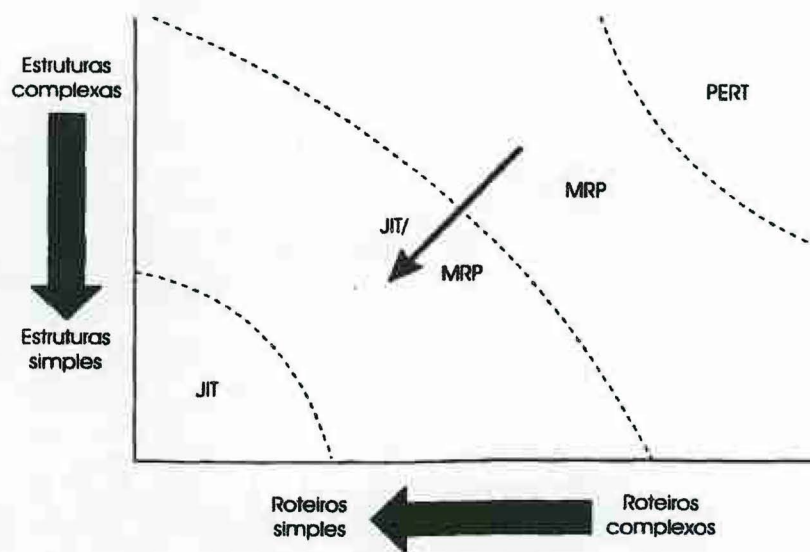


Figura 13: A complexidade como um determinante da adequação de sistemas de planejamento e controle (Slack, 1999 pág 502).

Para determinar a adequação relativa das abordagens de planejamento e controle torna-se interessante a figura 14. Desta vez, as dimensões são o tipo de processo de produção e o nível para o qual o sistema de controle está sendo projetado.

O tipo de produção utiliza as características de volume e de variedade que utilizamos anteriormente. Tomadas conjuntamente, elas indicam a complexidade da manufatura. As variações nos lead times de processamento, no número de roteiros alternativos, a complexidade das estruturas de produto e a variedade de tipos de produto, também podem ser relacionadas ao volume e à variedade.

O nível de controle indica que tarefas de controle de produção estão sendo consideradas. Controle de alto nível envolve a coordenação ampla do fluxo de materiais nas várias partes da fábrica assim como a indicação de qual o nível de produção esperado para os próximos períodos. O controle de nível médio é a alocação detalhada das ordens de produção a cada parte da fábrica. Controle de nível baixo refere-se ao monitoramento e reajustamento detalhado das atividades diárias do chão de fábrica.

Duas das áreas da figura 14 requerem alguma explicação. A área A indica que em algumas empresas automatizadas de alto volume, o nível de controle de chão de fábrica pode ser incorporado à própria tecnologia. Por exemplo, as tecnologias integradas de algumas fábricas de alimentos transferem os materiais automaticamente de uma parte da fábrica para outra. Elas normalmente requerem a intervenção da gestão da produção no sentido de modificar os fluxos. A área B representa a programação e controle detalhados do chão de fábrica, no caso da manufatura sob encomenda de alta variedade e altamente complexa. Aqui, é a natureza de cada atividade individual que domina a tarefa de controle de produção. Técnicas especiais como as de planejamento de rede são normalmente necessárias.

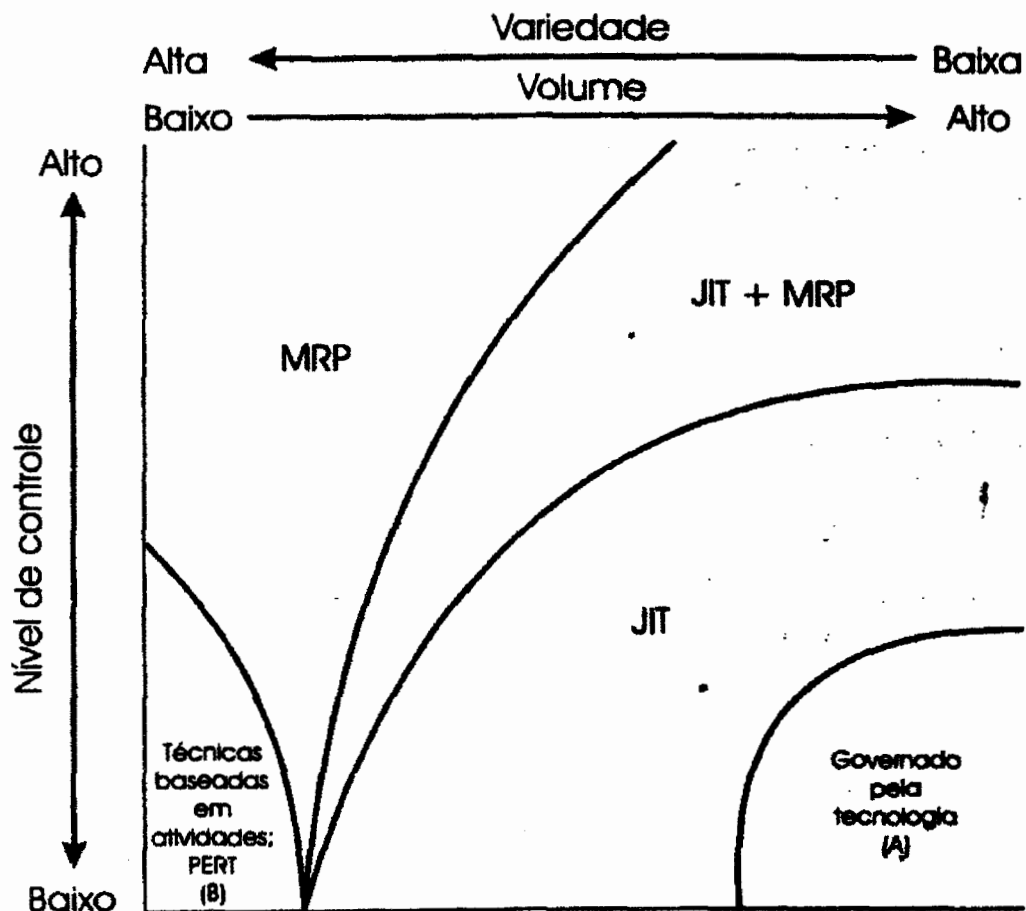


Figura 14: Volume e variedade e o nível de controle como determinante do sistema de controle e planejamento (Slack, 1999 pág 503).

## 7 ENFOQUE ORGANIZAÇÃO X PROCESSOS

Segundo Hansen (2003) enfoque em processo é fundamental para reavaliação da estrutura devemos reavaliar o macro para depois agir nas operações

- Os Processos produzem os Resultados da Empresa
- Os Processos cruzam a estrutura organizacional.
- Busca de Melhorias Globais e não apenas localizadas;
- Estabelecimento de Metas e Controles;
- Implantação de Indicadores de Desempenho;
- Gerenciamento dos Resultados.

Para o levantamento das atividades faz-se necessário o uso de fluxograma de funcional conforme anexo K. Hansen mostra ainda a lógica de valor agregado conforme anexo L e para este modelo deveria seguir os seguintes passos.

### 1. Avaliação do Valor Agregado

- Como podemos eliminar as atividades sem valor agregado (SVA)?
- Como podemos minimizar as atividades de valor empresarial agregado (VAE) ?
- Como podemos melhorar as atividades de valor real agregado (VRA)?  
R: Redução do tempo de ciclo.
- Como podemos reduzir o tempo total de ciclo?
- Como podemos reduzir os custos sem afetar o valor agregado do processo? R Talvez utilizar a sistemática de custeio ABC (Activity Based Costing).
- O que precisamos para melhorar a qualidade importante para o cliente?
- Será que são necessárias todas as assinaturas, protocolos e carimbos?
- Como podemos reduzir sucessivos controles que realizamos?



## **8 AS ARMADILHAS NA IMPLEMENTAÇÃO DA MANUFATURA ENXUTA**

Segundo Dias (2003) O plano de implementação da manufatura enxuta no ocidente tende a esbarrar no que alguns autores chamam de "as armadilhas da implementação da produção enxuta", conforme abaixo:

1. Confundir as técnicas com os objetivos da produção enxuta;
2. Esperar que o treinamento dos funcionários seja suficiente para fazer com que a manufatura se transforme em enxuta;
3. Implementar um programa ao invés da manufatura enxuta;
4. Depender somente dos Kaizen Workshops;
5. Desistir após algum fracasso;

### **1. Confundir as Técnicas com os Objetivos da Produção Enxuta**

- Grande parte das técnicas são, na verdade, muito mais um "resultado" do que um meio de se tornar "enxuto".
- Times: É o desenvolvimento de um fluxo enxuto de material, afastando-se da produção empurrada em grandes lotes, que cria a necessidade e o ambiente para os times.
- 5 S: Limpar e organizar uma fábrica não gera fluxo enxuto.
- Redução do setup: A eliminação da super-produção é a principal fonte de redução dos lead times. Esta é a mudança que "puxa" a adoção das outras técnicas auxiliares quando elas forem necessárias.

### **2- Esperar que o Treinamento dos Funcionários seja Suficiente**

- A motivação dos funcionários será suficiente para fazer com que os conceitos e práticas "enxutas" sejam adotadas.

- Os problemas com a produção em massa são fundamentais; operadores e supervisores de fábrica não estão em posição de mudá-los.
- É preciso comprometimento da alta administração. A mudança tem que se dar "topdown".

### 3- Implementar um Programa ao invés da Manufatura Enxuta

A manufatura enxuta não é um exercício mental. O sucesso na implementação da manufatura enxuta depende de investirmos muito tempo no chão-de-fábrica.

A implementação da manufatura enxuta requer:

- Entender a situação no chão-de-fábrica;
- Implementar mudanças no chão-de-fábrica;
- Verificar os resultados alcançados no chão-de-fábrica.

### 4 - Depender somente dos " Kaizen Workshops"

- Não comece a implementação da manufatura enxuta com os "Kaizen Workshops".
- Defina: a família de produtos; mapeie os fluxos de materiais e informações; etapas de processamento; tempos de ciclo; gargalos; programação.

Projete o Fluxo de Produção Desejado (a Visão):

- takt time; pontos onde fluxo contínuo seja aplicável; onde a produção puxada pelo mercado deve ser implementada; como o fluxo será disparado; e qual o ponto ao longo do fluxo receberá esse sinal.

- Isto garantirá que atividades individuais, tais como Kaizen Workshops, mantenham sintonia com o objetivo do "fluxo unitário constante".

#### 6- Desistir após algum Fracasso

- Devemos adaptar os princípios da produção enxuta à nossa própria situação.
- Se falharmos na primeira tentativa, devemos voltar e tentar novamente. Afinal, o aprendizado e o refinamento no chão-de-fábrica é o que faz com que os princípios e a manufatura enxuta funcionem.
- Evitar a tentação do isso não funciona aqui

#### Fatores de Sucesso na Implementação da Produção Enxuta

1. Preparar e motivar as pessoas: Como convencer as pessoas a "embarcar" na mudança e como prepará-las para contribuir eficazmente com o sistema enxuto. ?
2. Os papéis no processo de mudança: Que papéis devem ser desempenhados por pessoas capazes de forma a fazer a transição?
3. As metodologias para a mudança: Que metodologias são utilizadas para implementar sistemas enxutos eficazmente?
4. Ambiente para a mudança: Que ambiente precisa existir ou ser criado para facilitar a implementação da produção enxuta?

#### Preparar e Motivar as Pessoas

- Treinamento sobre conceitos, princípios, modelo, etc.
- Visita à uma planta enxuta.

- Participar da elaboração de algum plano p/ aplicar o que foi visto numa linha modelo (piloto) na sua fábrica.
- Comprometer-se em tentar aplicar o plano.
- Aplicar com sucesso.
- Ampliar para outras áreas.

### Os Papéis no Processo de Mudança

- Liderança da alta gerência.
- "Treinadores" (sensei) externos.
- Engenheiros criativos.
- Envolvimento de todos no chão-de-fábrica.

### As Metodologias para a Mudança

- Utilizar uma linha modelo (piloto).
- Kaizen Blitz (não é recomendável no início).
- Foco no fluxo de produção.
- Visão sistêmica.

## 9 O STP e a TOC

No prefacio do livro O Sistema Toyota de Produção, do ponto de vista da engenharia de produção (Shingo 1996a) Antunes diz que tanto Shingo quanto Goldratt utilizam teorias muito similares. Shigueo Shingo detalha aspectos táticos e Goldratt se preocupa com aspectos de resultados gerenciais sendo mais estratégico.

Para Antunes (1998) as abordagens logísticas propostas pela TOC e pela Teoria que sustenta os SPEZ (Sistemas de Produção com estoque Zero apresentam um elevado grau de concordância na medida em que propõem a visualização do Sistema Produtivo a partir da sua totalidade. As abordagens propostas têm pontos de convergência completa e outros que precisam ser amplamente debatidos. As convergências são as seguintes:

- Têm em seu centro duas preocupações centrais: a necessidade da **sincronização da produção** e do estabelecimento de um processo sistemático de **melhorias contínuas** a partir da situação existente.
- Possuem **Técnicas específicas** para abordar a problemática da sincronização. No caso da TOC a lógica do Tambor-Pulmão-Corda e no caso do STP o *Kanban*.

Outra forma de apresentar estas mesmas idéias consiste em enumerar as chamadas regras da TOC com o OPT – *Optimized Production Technology*. Elas são:

- Regra 1 – Balancear o fluxo do sistema e não sua capacidade;
- Regra 2 – O nível de utilização de um não gargalo não é determinado pelo seu próprio potencial, mas sim por outra restrição do sistema;
- Regra 3 – Utilização e ativação de um recurso não são sinônimos;
- Regra 4 – Uma hora perdida no gargalo é uma hora perdida em todo o sistema;
- Regra 5 – Uma hora salva em um não-gargalo é apenas uma miragem;
- Regra 6 – Os gargalos governam tanto os Ganhos como os Inventários;
- Regra 7 – O lote de transferência não deve, e muitas vezes não pode, ser igual ao lote de processo;
- Regra 8 – O lote de produção deve ser variável e não fixo;
- Regra 9 – A programação da produção deve ser estabelecida observando todas as restrições do sistema simultaneamente e os *lead times* são resultantes da programação e não podem ser pré-determinados

Ambas as Teorias estão preocupadas com a **melhoria contínua** dos Sistemas Produtivos (ANTUNES 1998). Na TOC isto aparece no passo 4 (elevar a capacidade das restrições) a partir da análise já feita no passo 1 da TOC (identificar as restrições). Já o STP é um sistema completamente voltado às melhorias, já que

foi desenvolvido a partir desta perspectiva. As melhorias do STP, quando ele está completamente implantado nas Empresas, são feitas através da localização constante do(s) gargalo(s) e dos Recursos com Capacidade Restrita (CCRs) através do *Kanban*.

Cook (1994,apud Antunes 1998) elaborou um estudo teórico, baseado em técnicas de simulação, comparando a lógica do Kanban (JIT), do Tambor-Pulmão-Corda (TOC) e dos sistemas tradicionais (JIC) a partir de 5 postos seqüenciais (em série) de trabalho. O trabalho mostra que:

- A filosofia tradicional (JIC) não apresenta nenhuma vantagem nem sobre a TOC, nem sobre o JIT. Isto mostra as vantagens do Paradigma da Melhoria nos Processos, do qual a TOC e o JIT/STP são partes integrantes, em relação ao Paradigma da Melhoria nas Operações.

A TOC produz uma maior quantidade de produtos em um dado tempo (Produtividade horária - *Total System Output*) relativamente ao JIT. Isto ocorre porque na lógica da TOC os estoques colocados em locais estratégicos protegem as saídas do sistema.

Segundo ( Rodrigues 2003), as abordagens para a sincronização podem ser as seguintes : Just-in-time(JIT), Just-in-case(JIC),Teoria das Restrições (TOC) ou Planejamento das Necessidades de Material. O autor cita que a produção entre os sistemas acima é idêntica. Quanto ao sistema que terá maior estoque em processo será o JIC. No item melhor proteger o atendimento ao cliente, quando existe quebra de máquina seria o JIC e a TOC. Na teoria das restrições o ponto chave é definir:

#### Gargalos e CCRs.

Os gargalos são os recursos nos quais a capacidade disponível é menor que a capacidade necessária para atender as ordens demandadas pelo mercado.

Recursos com Restrição de Capacidade (Capacity Constrained Resources CCRs)São os recursos que em média tem capacidade superior à necessária, mas

que uma vez não adequadamente seqüenciados podem representar uma restrição de capacidade.

A TOC: (Theory of Constraints) é uma filosofia de gerenciamento composta por um processo de pensamento visando a melhoria de processos. O autor destaca que a manufatura sincronizada deve ser alcançada através da TOC e do Sistema Toyota de Produção:

Os elementos das TOC são:

- Processo de pensamento -
- 5 Etapas de focalização
- Conjunto de indicadores

As etapas do processo de pensamento são as seguintes :

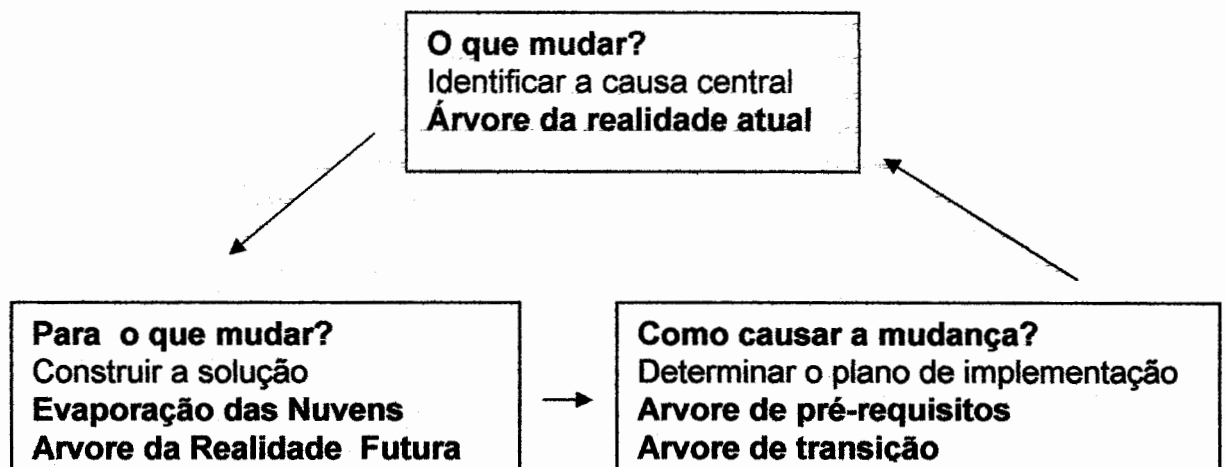


Figura 15: Etapas do processo de pensamento da TOC (Rodrigues,2003 especialização Adm Industrial UFPR)

Para Rodrigues (2003) neste processo de pensamento a TOC utiliza a **Árvore da Realidade Atual** se utiliza das relações de efeito-causa-efeito para explicar porque efeitos específicos estão ocorrendo, com objetivo de localizar uma causa central.

Dentro da fase para o que mudar a ferramenta é a **Evaporação das Nuvens**, ferramenta que habilita uma pessoa, através da verbalização dos pressupostos

inerentes a um conflito a: expressar precisamente o conflito e dirigir a análise para a solução.

Como próximo passo surge a **Árvore da Realidade Futura (ARF)**, que é a ferramenta que habilita uma a construir uma solução que, ao ser implementada, substitui os efeitos indesejáveis (EI) pelos efeitos desejáveis (ED), sem criar novos (EIs).

A próxima etapa do processo que Como causar a Mudança é a **Árvore de Pré-Requisitos** que baseia –se no conhecimento das pessoas envolvidas no projeto para apontar eventuais obstáculos, permitindo o desdobramento da tarefa de implantação em um conjunto de objetivos intermediários. (OI)

## 10 EMPRESA

### História da Empresa

A empresa Robert Bosch começou suas atividades em uma pequena oficina mecânica e eletrônica em Stuttgart, na Alemanha. No início, a oficina executava somente instalações elétricas em casas particulares, (luz, telefone, campainha), mecânica de precisão aplicada em torneiras, máquinas de escrever para uso de deficientes visuais e canetas, entre outras atividades. O seu fundador e proprietário, Robert Bosch, nascido em 1861 em Albeck, na Alemanha, conseguiu em seus oitenta anos de vida construir uma das maiores empresas alemãs com representações e filiais em quase todos os países do mundo.

Ela sobreviveu a duas grandes guerras e se constituiu num poderoso grupo, que produz equipamentos para automóveis, ferramentas elétricas e pneumáticas, utilidade doméstica, equipamentos para oficinas, aparelhos eletrônicos e muitos outros itens nos mais variados setores tecnológicos. É interessante observar a história da Bosch nos anexos A, B e C.

Em 1954, após 43 anos de história, a Bosch chegou ao Brasil, representando atualmente uma das mais importantes empresas do país no setor de autopeças, componentes automotivos e ferramentas elétricas. A empresa comemora este ano seus 50 anos de Brasil e tem muitos para se orgulhar da sua força no cenário



nacional alcançada por seus milhares de colaboradores que fazem a marca Bosch ser sinônimo de alta qualidade.

O grupo conta com cinco fábricas distribuídas pelo Brasil em dez unidades de negócios. Em Aratu (BA) está a unidades de Sistemas a Gasolina; em Curitiba a unidade de Sistemas a Diesel; em São Paulo, Sistemas de Energia e Eletrônica Embarcada, Aquecedores de Água a Gás, Máquinas de Embalagem e Remanufaturados. Em Campinas (SP) com duas fábricas, estão as unidades de Sistemas de Chassis e, na matriz, Sistemas a Gasolina, Sistemas de Energia e Eletrônica Embarcada, Auto-rádios, Ferramentas Elétricas, Sistemas de Segurança, Mercado de Reposição Automotivo, Centro de Suporte, Central de Fabricação e as Áreas Corporativas. Possui ainda uma rede de escritórios de venda ao comércio nas principais capitais brasileiras e mais de mil postos de vendas e atendimento de serviços especializados. No total, a Bosch emprega aproximadamente 9700 pessoas, incluindo pessoal especializado, técnicos e pesquisadores dos mais diferentes ramos profissionais.

Líder de mercado na maioria de seus produtos, a Bosch está solidamente integrada à economia do país, contribuindo com a geração de empregos e colocação no mercado de produtos com elevado padrão de qualidade, exportando para países dos cinco continentes, e com isto contribuindo positivamente para a balança comercial brasileira.

A partir de 1975, em decorrência da necessidade de expansão do grupo, a cidade de Curitiba foi indicada para sede da nova filial, tendo sido instalada provisoriamente em prédio alugado na rua Marechal Floriano Peixoto, como fábrica piloto para treinamento, remanejamento e admissão de pessoal.

Paralelamente, em área de 528. 000 m<sup>2</sup> localizada na Cidade Industrial de Curitiba, foi iniciada a construção da nova fábrica, com 12. 000m<sup>2</sup> de instalações.

Baseada no princípio humanista de que o maior capital de uma empresa é o seu "elemento humano", a Bosch procura formar os seus profissionais, visando a utilização das capacidades e potencialidades existentes na comunidade, contando para isto com uma moderna escola de treinamento industrial interna.

Robert Bosch tinha por princípio que “sempre foi uma idéia inadmissível para mim que alguém pudesse examinar um dos meus produtos e considerá-lo inferior, por isso sempre insisti em assegurar-me que cada produto meu só saísse da fábrica se fosse bom o bastante para resistir a qualquer teste, em outras palavras, que ele entre os bons fosse o melhor. . . ”

## PRINCIPAIS MARCOS DOS 50 ANOS DA BOSCH NO BRASIL

1968 - Início da montagem das ferramentas elétricas.

1970 - Inauguração da nova Fábrica industrial em Aratu, distrito industrial de Simões Filho, região metropolitana de Salvador (BA).

1972 - Lançamento dos faróis Bosch, projetados exclusivamente para o Brasil.

1974- Criada a Escola Volante, para suprir e, aumento do volume de serviços autorizados e de mecânicos que queriam se especializar A escola foi atuante em diversas regiões do Brasil e chegou a alcançar outros países da América Latina.

1975 - A Robert Bosch do Brasil participa ativamente do projeto PROALCOOL, criando e aperfeiçoando produtos para serem utilizados pelas montadoras dos automóveis a álcool.

1978 - Inauguração da Fábrica de Curitiba (PR) no início responsável pela produção de bicos, elementos e válvulas de bomba injetora. É iniciada a expansão da Fábrica de São Paulo, onde a Bosch-Blaupunkt, acompanhando as necessidades do mercado, amplia suas atividades

1984 - Inauguração da Robert Bosch do Brasil Amazônia S. A. destinada à fabricação de auto-rádios e toca-fitas. A Robert Bosch do Brasil Ltda, adquire ações da Wapsa Autopeças S.A. , importante empresa do setor.

1988 - Ocorre o lançamento da Le-Jetronic, a Injeção Eletrônica Bosch. A Assistência Técnica Automotiva comemora os 1. 000 Serviços Autorizados credenciados no Brasil.

1990 - É anunciada a chegada do Sistema de Freios ABS-Bosch. A empresa institui no Brasil, no início da década seus 12 Princípios da Qualidade.

1993 - É desenvolvido o primeiro sistema multiponto para motores álcool do mundo: um sistema de injeção eletrônica Motronic especialmente preparado para funcionar com o combustível álcool hidratado.

1995 - A vela de ignição Bosch Super é lançada com inovações para atender o mercado nacional de autopeças.

1996 - É constituída a Unidade de Sistemas de Chassis, em Campinas. Lançamento do alternador compacto cujo principal foco era equipar carros populares nacionais.

2000 - Início do UP (Unit Pump) e do CRI (Common Rail Injector) na Fábrica de Curitiba

2001 – Criada a Termotécnica uma unidade estratégica do Grupo Bosch, fabricante de aquecedores de água a gás.

2002 – Implantada a nova estrutura organizacional Robert Bosch América Latina (RBLA), com o objetivo de alinhar as Unidades de Negócio com suas respectivas unidades mundiais.

2004 - A Robert Bosch Ltda comemora 50 anos de sucesso no País e de valorização de seus Colaboradores.

## 2. Descrição Geral da Fábrica Curitiba

Fabricante de sistemas de injeção para motores a diesel, a Bosch da Cidade Industrial de Curitiba ganha destaque por ser a maior empregadora da Região Metropolitana, com 3,5 mil funcionários. Desde 1978 funcionando na CIC, a Bosch mantém-se atualizada em tecnologia e produtos, e em sintonia com o mercado internacional, antes mesmo da exigência de seus clientes nacionais. O setor diesel passa por mudanças radicais em todo mundo, onde se busca aperfeiçoar a performance dos motores, aumentar a economia de combustível e reduzir a emissão de poluentes.

Para isto, os sistemas passam de tecnologia de injeção mecânica para eletrônica e de sistemas completos para sistemas individuais. A Bosch já faz tudo isso lá fora, por isso a fábrica da CIC esta sempre gerando todas essas inovações,

que estarão incorporadas nos fabricantes de veículos pesados no Brasil. A Bosch de Curitiba é fornecedora da Volvo, New Holland, Maxion, MWM, Mercedes Benz, Scania e Fiat e outros mais.

Com a decisão de instalação da fábrica aqui na região sul do Brasil. A opção mostrou-se mais que acertada pois o pólo industrial, naquele momento ainda inicial, manteve-se organizado e crescente ao longo dos anos. Além disso a fábrica passa a ser fundamental para facilitar os negócios de outras unidades do Grupo com as novas montadoras automobilísticas que se instalam na região.

A Bosch de Curitiba contribui com 30 por cento do faturamento do Grupo no Brasil, de US\$ 1 bilhão em 2003. É a maior participação individual entre toda as unidades. Fabrica 1000 bombas injetoras por dia, exportando 70 por cento de sua produção para os Estados Unidos, Europa e países latino-americanos. As vendas externas atingem, em média, US\$ 300 milhões ao ano.

Sofisticação, tecnologia de ponta e mecânica ultrarefinada são características da bomba injetora, componente central do sistema de injeção diesel fabricado pela Bosch. Responsável pela alimentação do motor, a bomba trabalha com alto coeficiente de pressão em ciclo rápido, exigindo também elevada precisão e total estanqueamento. Com isso, o rendimento, a dirigibilidade e o desempenho do veículo atingem níveis ideais, ao mesmo tempo em que a economia de combustível é maximizada e o nível de emissão de poluentes, extremamente reduzido.

Por essa razão, a frota de serviço - caminhões de todas as dimensões, caminhonetes, furgões, utilitários, tratores e máquinas agrícolas, além de ônibus rodoviários e urbanos, usa o diesel como principal equipamento motriz. Para cumprir com total competência essa ampla e variada gama de aplicações, a bomba injetora Bosch requer um parque fabril de ponta para processos exclusivos.

Os tipos de produtos fabricados na CIC são divididos em:

- ◆ Bomba A e P – para caminhões de médio e grande porte, como também em motores de grandes embarcações como em motores estacionários.
- ◆ Bicos e portas injetores- utilizados em conjuntos com todos os tipos de Bombas Injetoras.

- ♦ Bomba VE para caminhonetes e caminhões de pequeno porte, difere das outras por ser de concepção mais moderna, rotativa, compacta e utilizável em qualquer posição do motor, atualmente corresponde a 1/5 do faturamento da Bosch CIC e área onde será baseado todo o estudo do projeto.
- ♦ UP (Unit PumP) Sistema unitário de injeção eletrônica que hoje atende ao cliente Daymle-Crysler.
- ♦ CRI (Common Rail Injector) Sistema de Injeção eletrônica que substituirá o sistema de bomba rotativa mecânico VE, objetivando a redução de emissão de poluentes para atender o mercado internacional em 70% da produção.

### 10. 1 Análise da Situação

Nos últimos dois anos a empresa passa por uma fase de reestruturação das unidades de negócio, esta nova etapa exige que cada divisão seja ainda mais competitiva em relação às empresas de classe mundial. Para a nossa unidade que pertence à divisão diesel a concorrência é muito forte, dentro do próprio grupo nas diversas fábricas do mundo. Atualmente os investimentos estão se direcionando para Índia e China que terão a grande vantagem da economia de escala para baratear custos. Na busca da eficiência máxima a fábrica de Curitiba tem como meta se tornar benchmarking, no BPS (Bosch Production System).

A área avaliada neste estudo foi a bomba VE. Este produto foi transferido de Campinas em meados de 96 onde já era produzido desde 1975. Em 1985 atingiu uma produção diária de 800 bombas. A transferência objetivou a centralização do negócio diesel em Curitiba. O projeto envolveu aproximadamente 150 máquinas e foram criados na fábrica 600 postos de trabalho diretos. Apenas 10% destes foram ocupados por planejamento e supervisão estrategicamente transferidos de Campinas. A transferência foi planejada em 11 blocos num período de 1 ano. Neste espaço de tempo aproximadamente 300 colaboradores foram treinados em Campinas. Na transferência as vendas aumentaram e tivemos a tarefa de atingir a capacidade para 1200 bombas/dia, e isto sem investimento. Para esta nova meta o foco principal era a utilização da TEORIA DAS RESTRIÇÕES, administrando fortemente os gargalos, com aplicação apenas prática no chão de fábrica.

Naquele ano utilizamos um pouco da TOC, com pouco conhecimento sobre o assunto, mas os objetivos foram alcançados. A transferência sofreu alguns problemas devido à perda *know-how* do produto até pela curva de aprendizado natural, mas estes foram eliminados e a produção se manteve no patamar de 1200 bombas/dia até 2002 com área total 4800 m<sup>2</sup>.

Em 2002 a área terceirizou operações iniciais e eliminou alguns equipamentos adequando a capacidade para 800 bombas/dia numa área de 3800 m<sup>2</sup>. No final de 2002 foi divulgada uma nova meta para o grupo Bosch mundial, visando a implantação do (BPS – Bosch Production System). Neste novo foco a área de Bombas VE foi escolhida para desenvolver em um projeto piloto para a implementação do BPS com suas ferramentas. Para esta tarefa criou-se na empresa um time com membros de todas áreas, denominado equipe de implementação. O grupo contou com aproximadamente 25 pessoas que foram treinadas nas diversas ferramentas do STP, como 5 S, layout celular, TPM, SETUP. O projeto foi efetivado com a consultoria do (IMAN).

Neste piloto o setor teve alguns bons resultados. Isto foi estimulante para a fábrica, mas hoje sabemos que era lógico e passageiro, pois segundo Rother , (1999) é fácil uma aplicação pontual com bons resultados, mas existe uma grande falha que é a falta de um mapeamento de fluxo de valor de todas as famílias. Este fato aconteceu e ficou evidenciado que o trabalho foi quase que exclusivamente no que (SHINGO, 1996) chama de função operação melhorando localmente sem uma visão do todo.

Para melhorar este desempenho, com uma visão mais sistêmica e de processo no ano de 2003 foram realizados treinamentos com a ferramenta chamada mapeamento de fluxo de valor. As pessoas passaram a enxergar um pouco melhor o processo e a eliminar as perdas criando um fluxo entre o processo inicial e o final com o menor giro de peças na fábrica.

Conforme mostrado no **anexo I** foram realizados mapeamentos conforme um cronograma de implementação que dispararam as diversas ferramentas necessárias, o foco principal era implementação do Kanban nas principais peças.

Em 2004 a maioria das peças já está no sistema puxado via kanban. Estas, estão sincronizadas da regulação (processo final), até a usinagem (processo inicial), bem como a matéria-prima. O trabalho está em estágio bem preliminar, eliminando o estoque de produtos acabados no almoxarifado central. O giro de peças já está um pouco menor.

Para a implantação do kanban se fez necessário um acompanhamento mais de perto quanto a real necessidade das peças na montagem e para tal foi criado um gráfico de consumo diário das peças, (eixo de acionamento e suporte de roletes) conforme anexo O. Como cita Ohno (1997) se o kanban for introduzido isoladamente, fora da filosofia total não serão atingidos resultados satisfatórios. O Kanban, apenas evita a superprodução ainda sem dar robustez ao sistema de produção.

Na implantação é interessante a visão do BPS descrito no anexo M. Nas unidades de negócio existe também o acompanhamento do desenvolvimento das ferramentas aplicadas. Por sua vez estas são auditadas gerando um gráfico radar conforme anexo N.

Neste último ano também foram empregadas as outras ferramentas como o SETUP em algumas poucas máquinas sem grande resultado. O TPM também iniciou, mas ainda emperra na capacitação do operador e até das áreas de apoio. Outras ferramentas como 5 S foram utilizadas, a gestão visual inicia-se. As ferramentas são praticadas isoladamente em diversas áreas da fábrica, e estas servem como benchmarking interno. Neste ponto a VE está até mais adiantada que o restante das áreas.

A fábrica e a área estão agora em um estágio de espera para a definição dos novos rumos para o BPS.

Em 2003 o foco sempre de programa determinou cronogramas de implementação para o novo sistema de produção e hoje tenta mudar de rumo medindo o que se convencionou de maturidade das ferramentas para o sistema. Um setor chamado de BPS, esta se reestruturando para dar novo suporte a organização.

Um complicador para o momento é o aumento da produção em toda a fábrica de aproximadamente 40%, fato que ocupa quase toda a capacidade produtiva das áreas.

Mais detalhadamente nesta área encontramos o seguinte panorama:

Na área temos muitos equipamentos que são antigos que dependem muito da interferência do homem para seu funcionamento, não sendo automatizados e necessitando de freqüentes intervenções da manutenção. Estes são:

- 1) Equipamentos específicos e rígidos – como o caso de linhas transfer e grandes centros de usinagem, engessando muitas vezes a produção, devido a falta de flexibilidade dos mesmos.
- 2) Máquinas com demorados Setup's como grandes retíficas cilíndricas.

Áreas de apoio são comuns a todos os setores da fábrica, como a manutenção, ferramentaria, (desenvolvimento de dispositivos e novas ferramentas) e compras. Isso faz com que não haja uma priorização no atendimento a fábrica, prejudicando a agilidade na resolução dos problemas e desenvolvimento de novas ferramentas e dispositivos.

O setor de tratamento térmico e o setor de tratamento superficial também são comuns a todos os setores prejudicando principalmente a flexibilidade da linha de produção como também o uso de um sistema como o *Just-in-Time*. Na atual situação o gargalo da fábrica é o tratamento térmico.

Na questão da qualidade existe na área o projeto (Qualidade assegurada no posto de trabalho), que esta na fase de levantamento de dados e utilização da ferramenta FMEA (Análise de Possíveis Causas de Falha). Na prevenção de problemas, a bomba VE possui mais de 120 Poka Yokes instalados na montagem e usinagem

Quanto a polivalência dos operadores a sistemática atual visa apenas à reposição emergencial nos postos de trabalho. Iniciou este ano o processo de avaliação de desempenho dos operadores.

Para desenvolvimento de equipes existem grupos piloto na fábrica denominados GSA (grupos semi-autônomos)



No item estoque ainda existem almoxarifados centrais de produtos acabados.

Os indicadores gerais em 2003 foram:

- Giro de fábrica em dias
- Lucro Bruto antes do imposto de renda
- Produtividade (mão-de-obra)
- Custo de defeito em relação ao valor produzido
- Defeito de campo (ppm)

#### Indicadores Mundiais X Bosch (Bombas VE)

Base tabela desempenho da indústria fonte (Moura 1996, apud Tubino 1999)

Indicador	Brasil	Bosch (VE)	Mundo	Japão
Rejeição de peças	20. 000 ppm	8. 000 ppm	200 ppm	10 ppm
Rejeição de bombas	20. 000 ppm	60 ppm	200 ppm	10 ppm
Retrabalho	3,7 %	0,5 %	2%	0,001%
Setup	100 min	25 min	10 min	5 min
Tamanho de lotes	2900 peças	1100 peças	20 a 50 peças	1 a 10 peças
Lead time médio	19 dias	9 dias	2 a 4 dias	2 dias
Rotatividade do estoque	13 vezes/ano	9 vezes/ano	60 a 70 vezes/ano	150 a 200 vezes/ano

Quadro 1 – Comparativo indicadores Mundiais X Robert Bosch 2003.

## 10.2 Propostas para a Empresa

Após a revisão teórica propostas melhorias para os problemas encontrados na Fábrica CIC Bomba VE, conforme abaixo:

- Aumentar fortemente os treinamentos sobre o Sistema Toyota de Produção no chão-de-fábrica, principalmente supervisores de produção, que até o momento tem estado distantes do processo na busca da eliminação da perda.
- A ferramenta mapeamento de fluxo de valor deve ser mais utilizada mostrando os fluxos possíveis, e propor melhorias em conjunto com a fábrica. Aqui se deve focar bastante a eliminação de operações desnecessárias valendo-se da Análise de valor.
- Introduzir a análise de processo conforme fluxograma de Hansen (2003) conforme anexo L. Ter aqui uma visão mais detalhada do é valor agregado, valor empresarial agregado e o que não agrega valor.
- Com os fluxos desenhados, a etapa fundamental será implementação dos layouts celulares.
- O foco de trabalho para 2004 deve ser principalmente a ferramenta Setup para dar maior flexibilidade ao sistema.
- A outra ferramenta deve ser TPM para dar confiabilidade no sistema. Aqui deve ser reforçado o setor de manutenção com uma equipe de engenharia de manutenção trabalhando fortemente no aspecto de manutenção preditiva e preventiva.
- Implantar o índice multifuncionalidade do operador.
  1. Criar grupo de trabalho
  2. Montar matriz multifuncional
  3. Níveis
    - a. 0 - nada
    - b. 1 - Opera máquina depois de montada
    - c. 2 - Opera máquina mais ou menos
    - d. 3 - Opera tudo menos problemas excepcionais
    - e. 4 - Opera máquinas completamente.

4. Cronograma de treinamento ( fora do horário de trabalho )

5. Reunião semanal de desempenho

6. Treinamento na linha

- Supervisor mostra como
- Explicar pontos principais
- Operador exercita
- Fazer reunião de pontos duvidosos

- Nos horários de trabalho, onde possível trabalhar em 1º e 3º turno para existir tempo de reação em caso de problemas entre turnos ,exemplo de máquina quebrada.
- Terceirizar o tratamento térmico para abrir o gargalo atual.
- Verificar como a Bosch faz pesquisa de mercado, nos mesmos moldes da Toyota que chega a pesquisar 60.000 clientes ano.
- Começar acompanhar o número de caminhões e pick-up's registrado nos departamentos transito do Brasil.
- Expandir a filosofia JIT nos fornecedores para integrar a cadeia de suprimentos.
- Negociar com os clientes uma estabilidade de demanda buscando o nivelamento da produção.
- Implantar os sistemas de sugestão para melhorias em SETUP. Aqui divulgar o conceito "Médico e enfermeiro", conforme (ANTUNES, 2003).
- Para falta de ferramentas e excesso destas no estoque, implantar kanban de ferramentas nos moldes do piloto já implementado na seção conforme anexos de letras Q até V.
- Implantar o índice de rendimento operacional global nos equipamentos (IROG), objetivando a melhoria eficiência dos equipamentos.
- Implementar o balanceamento e sincronização nos fluxos de peças. Quando necessário implementar operação intermitente.
- Treinar os operadores para o conceito de "passagem de bastão, conforme corrida de revezamento" (OHNO, 1997).
- No processo de melhoria utilizar os 5 porquês (OHNO, 1997).

- Implantar nas linhas de produção o controle de lead time das peças na usinagem bem como no trat térmico.
- O transporte de longa distância deve ser ampliado no mesmo formato de linhas de ônibus, onde existem horários regulares. Este método já esta sendo aplicado entre usinagem e montagem da bomba VE. (transporte de hora em hora).
- Fazer acompanhamento de consumo do mercado kanban na montagem conforme anexo O.
- Onde possível continuar a utilizar o POKA YOKE conforme anexo X.

## 11 CONCLUSÃO

Hoje a maioria das peças já esta em Kanban, mas numa fase apenas de fornecimento direto eliminando o estoque central. Na avaliação macro, o estoque é apenas um pouco menor que o anterior no (JIC), pois não realizamos as melhorias estruturais necessárias ao sistema.

O processo de implementação do novo BPS na fábrica Curitiba esta no caminho certo, mas a questão fundamental que é a mudança de cultura é demorada e tem esbarrado na busca incessante de indicadores e metodologias de aplicação como programa.

Como cita Tubino (1999), devemos ainda entender melhor os velhos paradigmas não destruindo os sistemas de produção atuais.

A empresa tem tentado implementar o BPS ainda muito fortemente como um pacote de ferramentas isoladas sem a integração sistêmica e sem conseguir enxergar que o KIT's prontos de cada ferramenta só realmente surtirão efeito quando as melhorias estruturais básicas atacarem a causa das perdas. As melhorias acontecem num processo lento e contínuo. Devido a isto, estabelecer cronogramas sem uma estrutura forte para realização das mudanças, torna a implementação quase frustrante para àqueles que tem uma visão simplista de um sistema enxuto.

Segundo Shingo (1996a), o mais importante é garantir a compreensão de todos quanto ao sistema, principalmente no chão de fábrica. Devemos para tanto conhecer o sistema de produção atual estudando a fundo o Sistema Ford de Produção.

A redução de estoques poderá efetivamente reduzir até 40% do custo mão-de-obra segundo (SHINGO, 1996a). Para este objetivo, o Sistema Toyota de Produção requer uma mão-obra muito sofisticada, devido à interdependência maior entre os funcionários.

O STP prega que a melhoria deve seguir a seguinte seqüência: a) processos; inspeção; transporte e por último estoque. Na Bosch a seqüência tem sido: a) estoque; b) transporte; c) Inspeção e por último processo.

Um dos pontos fortes para o STP segundo deve ser a manutenção preventiva que na empresa tem sido muito fraca.

Ainda precisaremos de muita criatividade e envolvimento no chão de fábrica.

A explicação básica de Rodrigues (2003) mostra que a TOC trabalhando fortemente nos gargalos, mais uma sincronização fina de produção baseada na OPT com o software U.S Point poderiam dar um bom resultado sem comprometer o fornecimento. Segundo (Antunes, 1998) o STP e TOC podem andar juntos precisam na verdade explorar o potencial destes dois sistemas adaptando-os as especificidades da empresa.

Como próximo passo deste estudo faz-se necessário um aprofundamento da TOC, para propor à empresa a utilização do sistema mais adequado a cada estágio de fabricação ou unidade de negócio. Os Sistemas podem e devem ser utilizados concomitantemente.

O Kanban, teve ótima aceitação na empresa onde se mostrou bastante prático e aplicável, inclusive pode ser implementado para ferramentas conforme anexo.

É importante citar que GOLDRATT (1989,apud Dalagassa 1998) argumenta que apesar de permitir uma maior quantidade de estoque em processo, ao considerar-se toda a cadeia produtiva, o JIT não oferece uma boa proteção contra as incertezas no fluxo de material. O fato de o JIT manter pequenos estoques na frente de cada centro de produção, põe em risco o ganho de todo o sistema sempre que ocorrer uma interrupção significativa no processo produtivo. Do ponto de vista da TOC, uma vez que apenas haverá perda de venda quando o recurso com restrição de capacidade (no caso um gargalo) tiver seu processamento interrompido e como este está protegido das flutuações dos demais elementos do sistema com um nível de certeza de aproximadamente 90%, devido aos pulmões colocados a sua frente (GARDINER, 1993 apud Dalagassa 1998), então a Teoria das Restrições, através de

suas metodologias TPC e Gerenciamento de Pulmão, garante um maior nível de proteção ao valor agregado de suas vendas.

Os ataques às fontes de problemas ou às incertezas do processo de produção também diferem no que diz respeito às suas metodologias. Para GOLDRATT (1989, apud Dalagassa 1998), enquanto que o JIT propõe um contínuo processo de redução nos níveis de estoques para que se revelem os problemas de processos (o que pode levar a interrupções no fluxo produtivo), a Teoria das Restrições procura, através da técnica de Gerenciamento de Pulmão, identificar as causas dos "furos", atacando-as sem colocar em risco a capacidade produtiva do sistema, ou seja, garantindo sempre que haja material para a restrição trabalhar. Outra diferença significativa, é a forma como a TOC enfoca seu processo de melhoria nos recursos que aparecem no topo da lista de recursos problemáticos, e não diversificadamente como é feito no Just in Time.

Para GARDINER et alii (1993, apud Dalagassa 1998), a maneira "Tambor-Pulmão-Corda" é mais apropriada que o uso de cartões "Kanban" em fábricas que trabalham com muitos produtos manufaturados numa mesma linha de produção (linhas diversificadas), pois o TPC faz uso de pulmões de tempo e, portanto, não requer estoques de cada tipo de material ou peça na frente de cada recurso produtivo.

A partir do uso de simuladores, COOK (1994, apud Antunes 1998) verificou que, uma vez que o método TPC explora de forma mais eficiente o recurso restritivo que a maneira JIT, o sistema logístico da Teoria das Restrições é capaz de alcançar um maior volume de produção com menos investimento em estoque em processo que o sistema "Kanban".

Para resumir, existe uma diferença econômica fundamental da Indústria brasileira em relação às Indústrias de Primeiro Mundo: o custo de depreciação da máquina em relação ao custo de mão de obra.

## Podemos então pensar:



Figura 16: Modelo para flexibilização dos sistemas produtivos nas empresas brasileiras (Antunes, 2003, Adm Ind UFPR pág 64).

Embora constitua em uma alternativa real, a aquisição de novos equipamentos que flexibilizam a produção nas empresas brasileiras apresenta uma grande complexidade no prisma econômico-financeiro.

Os equipamentos nas empresas brasileiras funcionam com uma eficiência (IROG) muito baixa para os padrões mundiais (ANTUNES, 2003).

Dados práticos retirados de empresas do segmento automotivo apontam eficiências na ordem de 25% a 60%, com uma tendência média de 40%. Vale ressaltar que o benchmarking de empresas Classe Mundial é de 85% no TEEP (TPM).

Como ação principal a empresa deve aumentar as medições de Índice de Rendimento Operacional Global (IROG), assim melhorando estes indicadores para a faixa das empresas de classe mundial.

## BIBLIOGRAFIA

- ANTUNES, J. A. V. Sistema Toyota de Produção, Curitiba, CEPPAD/UFPR, 2003. [Apostila]
- ANTUNES, J. A. V. Em Direção a Uma Teoria Geral do Processo na Administração da Produção: uma discussão sobre a possibilidade de unificação da teoria das restrições e da teoria que sustenta a construção dos sistemas de produção com estoque zero. Porto Alegre. Tese de Doutorado (Administração), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1998.
- CARMO, F. Jogos de Empresa, Curitiba, CEPPAD/UFPR, 2003. [Apostila]
- DIAS, S. Técnicas de Produção Enxuta, Curitiba, CEPPAD/UFPR, 2003. [Apostila]
- DALAGASSA, M. Aumento da Capacidade da Usinagem da Bomba VE na Robert Bosch. Curitiba, Monografia (Administração Industrial) Universidade Federal do Paraná. 1998.
- HANSEN, P. B. Integração de Cadeias e Processos Produtivos, Curitiba, CEPPAD/UFPR, 2003. [Apostila]
- LÉXICO LEAN, São Paulo, Lean Institute Brasil, 2003.
- MARTINS, P. G. LAUGENI, F. P. Administração da Produção. 2. ed. São Paulo, Ed. Saraiva, 1999.
- OHNO, T. O Sistema Toyota de Produção: Além da Produção em larga escala. Porto Alegre, Ed. Artes Médicas, 1997.
- ROTHER, M; SHOOK, J. Aprendendo a Enxergar. Versão 1. 2. São Paulo, Lean Institute Brasil, 1999.
- RODRIGUES, L. H. Teoria das Restrições, CEPPAD/UFPR, 2003. [Apostila]
- ROTHER, M; HARRIS, R. Criando Fluxo Contínuo. Versão 1, São Paulo, Lean Institute Brasil, 2002.
- SHINGO, S. O Sistema Toyota de Produção: do ponto de vista da engenharia de produção 2. ed. Porto Alegre, Ed. Artes Médicas, 1996a.
- SHINGO, S. O Sistema Toyota de Produção com Estoque Zero: O Sistema Shingo para Melhorias Contínuas 1. ed. Porto Alegre, Ed. Artes Médicas, 1996b.
- SLACK, N. et al. Administração da Produção, São Paulo, Ed. Atlas, 1999.



MANUAL DA TOYOTA CORPORATION INTERNATIONAL PUBLIC AFFAIRS DIVISION, The Toyota Production System, 1990.

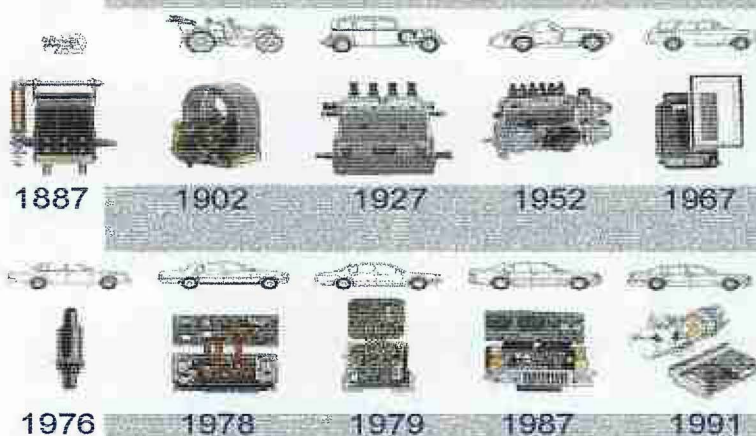
TUBINO, D. F. Sistemas de Produção: A Produtividade no chão de Fábrica. Porto Alegre, Bookman, 1999.

TURINO, C. E. Redução de estoque de ferramentas de corte sem comprometimento da produtividade do chão-de-fábrica. Florianópolis, Dissertação de Mestrado (Engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.

**ANEXOS**

## ANEXO A – Histórico da Bosch

## Breve Histórico da Bosch

DESDE 1886 FAZENDO HISTÓRIA...  
DESENVOLVENDO TECNOLOGIA

A Bosch marca presença em todas as páginas da história e do progresso automobilístico e amplia sua atuação também para outras áreas de atividade, como a produção de ferramentas elétricas, equipamentos de automação industrial e máquinas industriais.

1

## ANEXO B – Histórico da Bosch

## A Bosch no Mundo



Por decisão testamentária do fundador, o capital total da empresa foi dividido em duas partes: 7% para a família Bosch e 93% para uma fundação sem fins lucrativos, a Robert Bosch Stiftung.

Portanto, o faturamento tem somente 2 caminhos:

- reinvestimento na própria empresa
- aplicação em obras sociais

2

## ANEXO C– Histórico da Bosch

## A Bosch no Mundo

### A Dimensão Mundial:

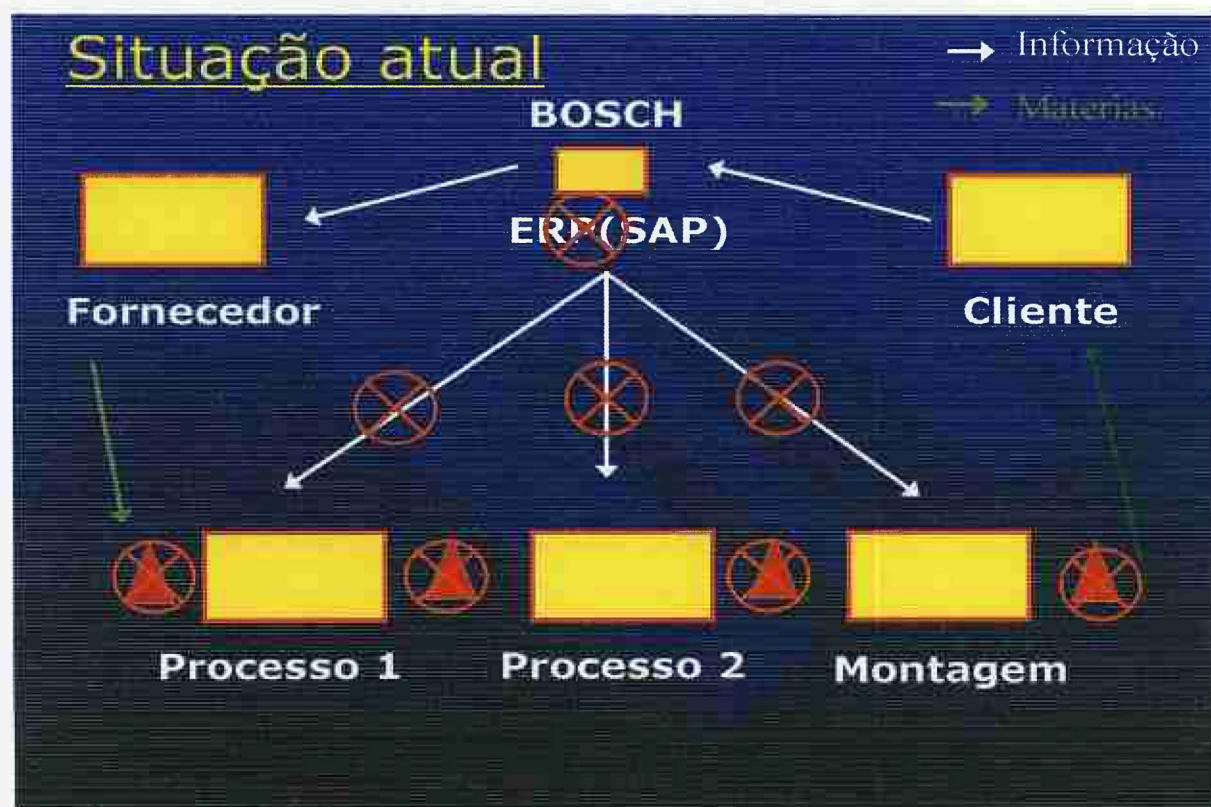
Colaboradores	200.000
Faturamento	US\$ 34 bilhões
Atividades em	120 países
Fábricas	> 200
Fora da Alemanha	145
Subsidiárias	48 países

### Distribuição de Vendas por Região:

Europa	73,4%
América	19,9%
Ásia / África / Austrália	6,7%

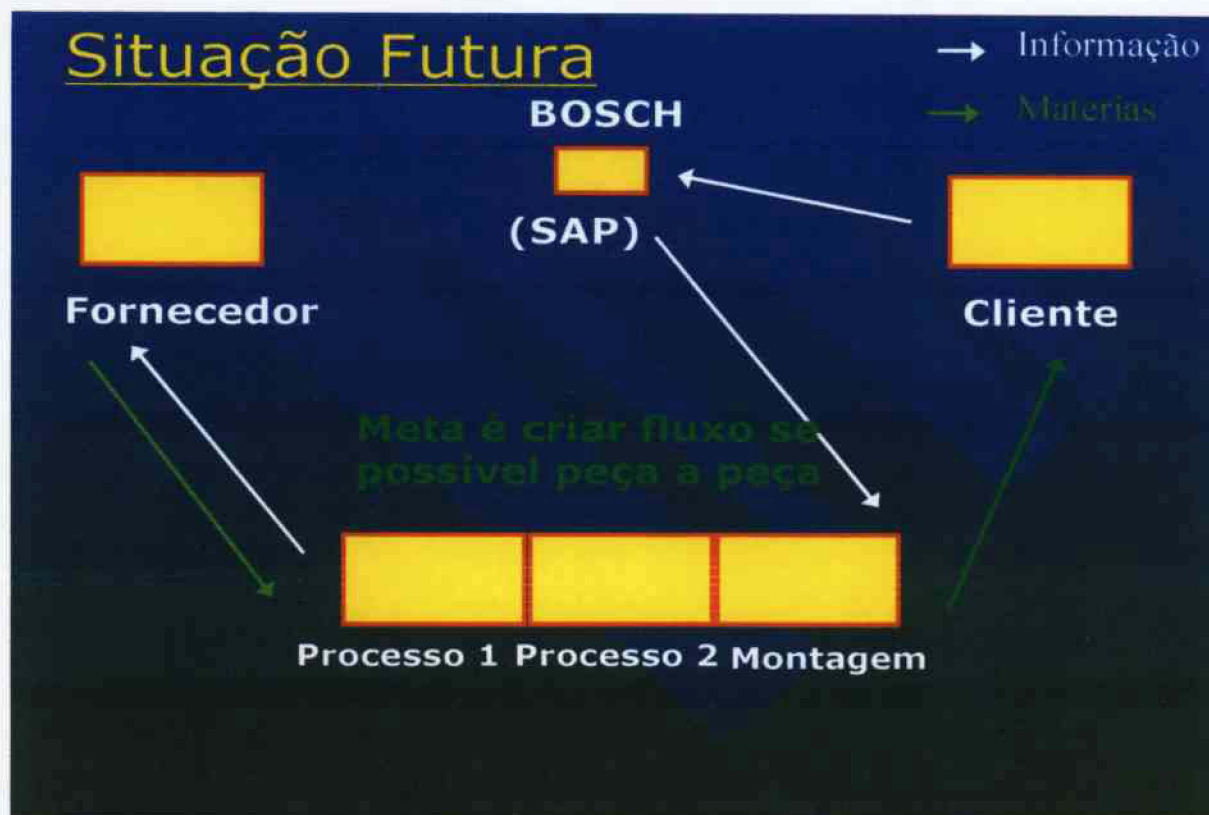
3

## ANEXO D – Resumo do objetivo do mapeamento de fluxo de valor.





# ANEXO E – Resumo do objetivo do mapeamento de fluxo de valor.



## ANEXO F – Parte de um Mapa de fluxo de valor peça eixo de acionamento VE.



## ANEXO G – Resumo Mapeamento fluxo de valor Bomba VE

CtW/FEB3 - VE – PRODUÇÃO PUXADA

## REDUÇÃO DE ESTOQUES

FEB3 - VE		
ATUAL	PROPOSTA	REDUÇÃO
69 PEQUENOS ESTOQUES NÃO CONTROLADOS	23 SUPERMERCADOS KANBAN	22 DIAS DE PEÇAS EM ESTOQUE
18,54 DIAS EM PROCESSO	9 DIAS EM PROCESSO	9,54 DIAS EM PROCESSO

4

## ANEXO H – Resumo Mapeamento fluxo de valor Bomba VE.

CtW/FEB3 - VE – PRODUÇÃO PUXADA

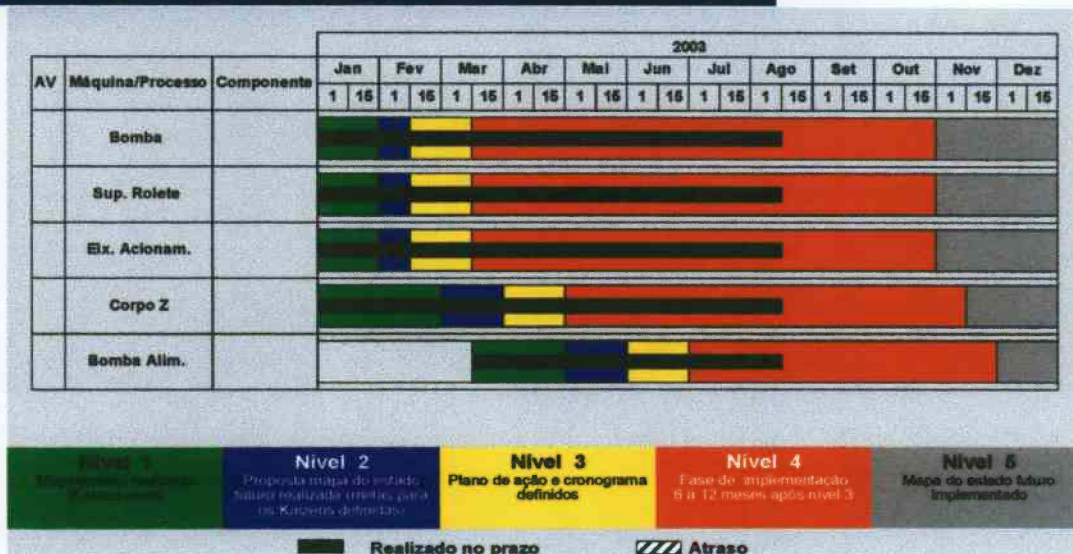
## MELHORIAS

- KANBAN / SUPERMERCADOS
- FORNECIMENTO DIRETO PARA OS SUPERMERCADOS
- TPM. ( 03 BOMBA / 03 SUPORTE / 03 EIXO)
- SETUP. ( 02 BOMBA / 02 SUPORTE / 03 EIXO)
- LAY-OUT. ( 03 BOMBA / 03 SUPORTE / 04 EIXO)
- REDUÇÃO DE LOTES DO TRATAMENTO TÉRMICO
- OBSERVAR A POSSIBILIDADE DE PROGRAMA DE LAVAGEM MISTOS, PARA QUE HAJA A POSSIBILIDADE DE LAVAR LOTES MENORES MAS VÁRIOS TIPOS DE PEÇAS AO MESMO TEMPO
- DESENVOLVER EMBALAGENS MENORES. FAVORECER O FORNECIMENTO EM LOTES MENORES (PRODUTO ACABADO)
- REDUÇÃO DOS SUPORTES DAS BANCADAS DE REGULAGEM REDUZINDO ASSIM O GIRO NA REGULAGEM

5

## ANEXO I – Cronograma de mapeamento de fluxo de valor Bomba VE.

BPS-Sistema Bosch de Produção  
Cronograma MOE3 VE - Mapeamento





## ANEXO J – Formulário de auditoria de mapeamento de fluxo de valor

Área auditada:	Data:	Mapa (s) auditado (s):		
Auditor (es):		Auditado (s):		
Nível 1	O TEMPO DE PRODUÇÃO TOTAL (LEAD TIME) E DE PROCESSAMENTO ESTÃO DEFINIDOS?		sim	não
Mapa do estado atual	O TAKT TIME ESTÁ DEFINIDO?			
	OS FLUXOS DE MATERIAL E INFORMAÇÃO ESTÃO DESENHADOS?			
	AS CAIXAS DE PROCESSO CONTÉM OS DADOS NECESSÁRIOS?			
	Obs:			
Nível 2	O MAPA DO ESTADO FUTURO ESTÁ DESENHADO?			
Fase de planejamento	O PLANO DE AÇÃO ESTÁ DEFINIDO E EXISTE A DEFINIÇÃO DOS RESPONSÁVEIS E PRAZO PARA A REALIZAÇÃO			
	DAS AÇÕES?			
	OS NÍVEIS DOS SUPERMERCADOS E PULMÕES ESTÃO DEFINIDOS?			
	AS NECESSIDADES DE KAIZEN ESTÃO IDENTIFICADAS?			
	OS LOOPS (SEGMENTAÇÃO) PARA CRIAÇÃO DE FLUXO CONTÍNUO ESTÃO IDENTIFICADOS?			
	O CRONOGRAMA ESTÁ DEFINIDO?			
Nível 3	OS LÍDERES DOS ELEMENTOS DE CADA ÁREA ESTÃO DEFINIDOS?			
Nível 4	FOI REALIZADO REMAPEAMENTO DO PROCESSO?			
Remapeamento (comprovação do estado futuro)				
Nível 5	O ESTADO FUTURO FOI ATINGIDO?			
Fluxo contínuo				



## ANEXO K – Fluxograma funcional para melhoria segundo Hansen 2003

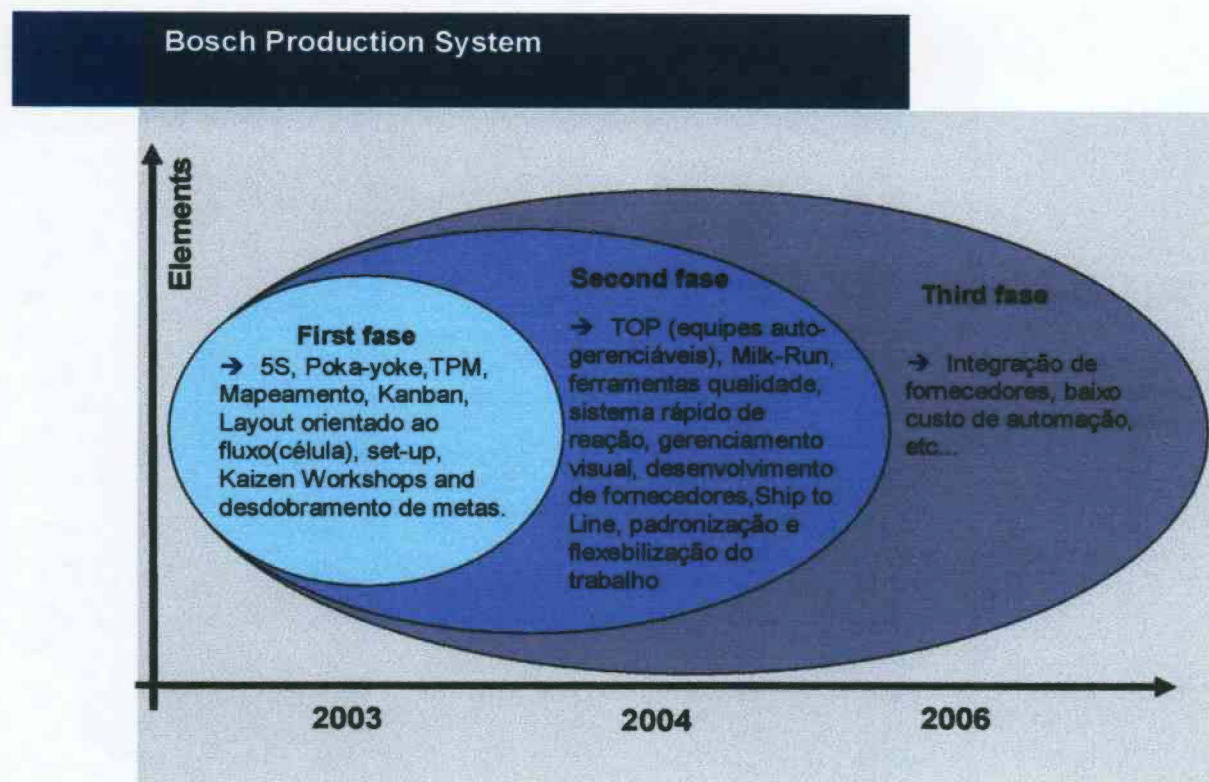
FLUXOGRAMA FUNCIONAL PARA ANÁLISE E MELHORIA DE PROCESSO PRODUTIVO											
PROCESSO: _____											
RESPONSÁVEL: _____				DATA: _____				REVISÃO: _____			
DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE	TIPOS DE ATIVIDADES	DURAÇÃO	DISTÂNCIA	Análise			ALTERAÇÕES	Análise			
				O QUE ?	ONDE ?	COMO ?		ELIMINAR	COMBINAR	SIMPLIFICAR	MUDAR ORDEM
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>										
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>										
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>										
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>										
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>										
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>										
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>										
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>										
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>										
TOTAL											

Peter Bent Hansen

## ANEXO L – Fluxograma Valor agregado Hansen 2003.

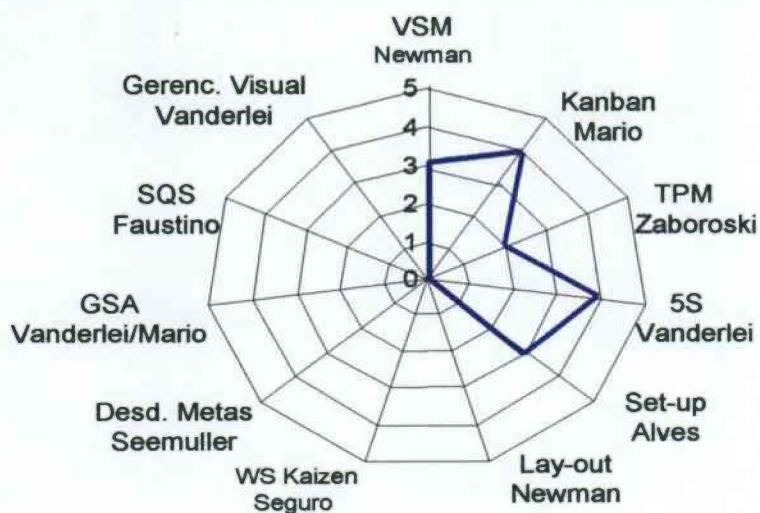


# ANEXO M – Visão implantação do projeto BPS na Bosch (Curitiba).

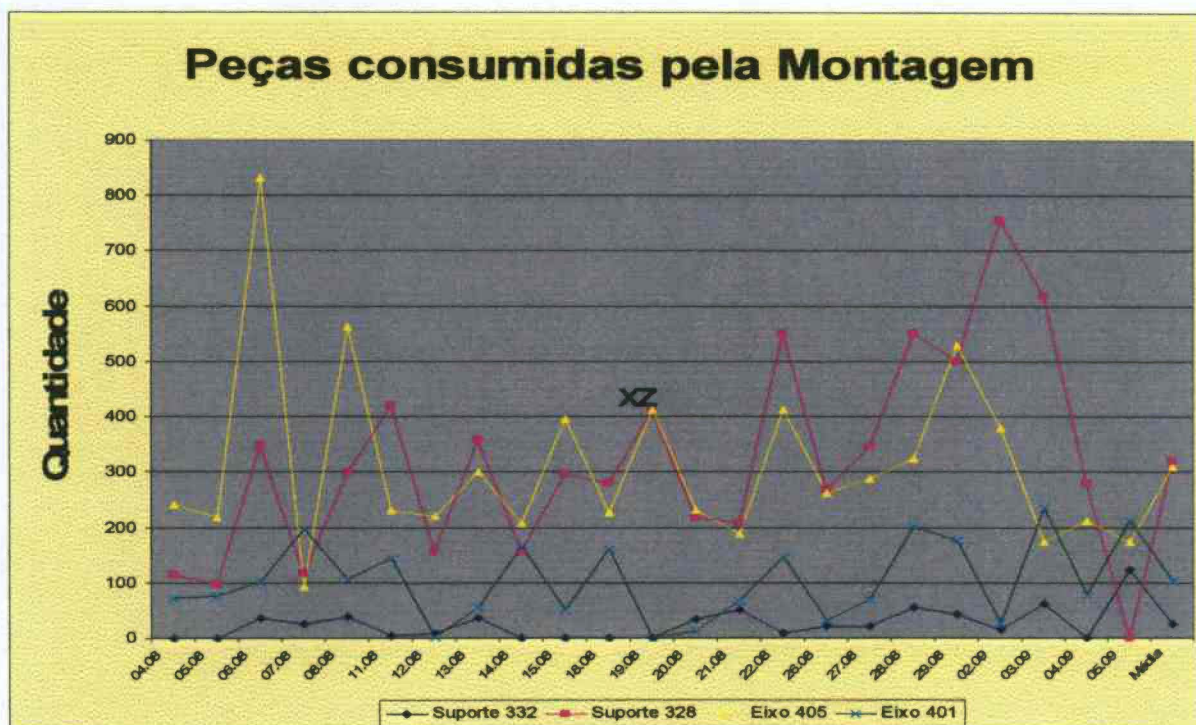


# ANEXO N – Acompanhamento da evolução das ferramentas.

## Bosch Production System Radar MOE 3 - VE



## ANEXO O – Acompanhamento diário de consumo na implantação do Kanban.



## ANEXO P – Avaliação para implementação de Kanban de ferramentas.

**Bosch Production System  
CtW/MOE3 Ferramentas -**

Problema

Falta constante de ferramentas MOE 3

Situação atual

Meios	Moe1	Moe2	Moe3	Moe4	Moe5	Moe6
Sistemática	Programação Follow up Planilhas Excel experiência	Programação Follow up Planilhas Excel Cockpit Reunião Sup	Programação Follow up Planilhas Excel	Reduzido burocracia CAW- Comprando Software exclusivo gerenciamen to	Não avaliado	Programação
Mão-de-obra	2 Planej BVE. exclusivos	1 colaborador	% colaborador	1 /10 planejador	Não avaliado	% colaborador estagiária
Itens planej	3500	1200	1200	150	150	800
Situação	OK	OK	Não OK	Não OK	Não avaliado	OK



ANEXO Q – Proposta para implementação de Kanban de ferramentas.

## Bosch Production System CtW/MOE3 Ferramentas -

### Proposta

#### **Melhorar Informação / VIA KANBAN**

Operador – supervisor - distribuidor/preset – planej BVE – Fornecedor

**Ferramenta:**

**Não CIP**

**Benchmarking com Tupy “Joinville”**

**Integrar esta ferramenta no BPS com time e cronograma**

ANEXO R – Apresentação kanban de ferramentas.

## Kanban de Ferramentas VE

- **Nova Sistemática para controle de ferramentas ( benchmarking com TUPY ).**
- **Implementação da Ferramenta KANBAN para redução do giro e garantia de ferramental na produção.**
- **Piloto com 4 ferramentas:**

Máquina	Ferramenta	Mercado planejado
Tomo Wera Eixo de Acionamento	Fresa 078	16 pçs (2 meses)
	Fresa 091	16 pçs (2 meses)
	Inserto 400	80 pçs (2 meses)
Tomo Romi Pistão Distribuidor	Inserto 424	30 pçs ( 2 meses )

- Mantido prazo entrega fornecedores.
- Transferência do mercado para o pre-set.
- Planejamento de compras quinzenais ( lotes menores ).

## ANEXO S – Ações kanban de ferramentas.

## Kanban de Ferramentas VE

- **Ações já implementadas:**

- Mantido giro de ferramentas atual com limitador ( KANBAN)
- Treinamento interno do grupo.
- Apresentado para compras CaW1/PUR 61.
- Apresentado para fornecedor.

- **Próximos passos**

- Aumentar itens com Kanban.

VE Total 678 ferramentas sendo		90 Itens A e B
34 Kanban	17 Bloquear	39 baixo consumo
12 em Dez /03	Estoque para mais de 2 anos	Baixo consumo
22 até Jun / 04		

- Implementar IFE( índice de fidelidade de entrega *FERRAMENTA* ).  
( Hoje é controlado qualidade dimensional pelo setor de recebimento CtW/MOE6 ).
- Avaliar redução de fornecedores.

4

## ANEXO T – Fluxo de cartões e peças no kanban de ferramentas.

## Kanban de Ferramentas VE

### Kanban de Ferramentas



5



## ANEXO U – Posto de trabalho kanban de ferramentas.

## Kanban de Ferramentas VE



6

## ANEXO V – Quadro kanban na mesa do comprador.

## Kanban de Ferramentas VE



8

## ANEXO X – Exemplo de POKA YOKE de usinagem implementado

### TÍTULO: Poka yoke para verificar o rasgo de alívio.

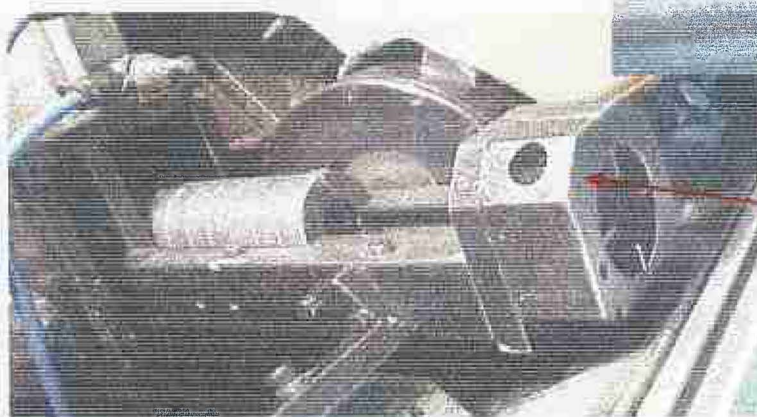
- **OPERAÇÃO:** Retificar rasgos do disco de palhetas VE.
- **PROBLEMA:** Peças sem rasgo de alívio ocasionando problemas na operação de retifica.
- **Anterior:** Possibilidade de algum dos rasgos de alívio no pé da palheta não ser usinados, causando problemas de funcionamento na bomba e na operação de retificar.



Alívio para retifica no pé do rasgo para palheta.

- **Atual:** Foi construída uma máscara no dispositivo de alimentar, onde se o rasgo de alívio estiver faltando o produto não entra, e constatado o erro a peça volta para retrabalho.

Máscara POKA YOKE



Alimentador